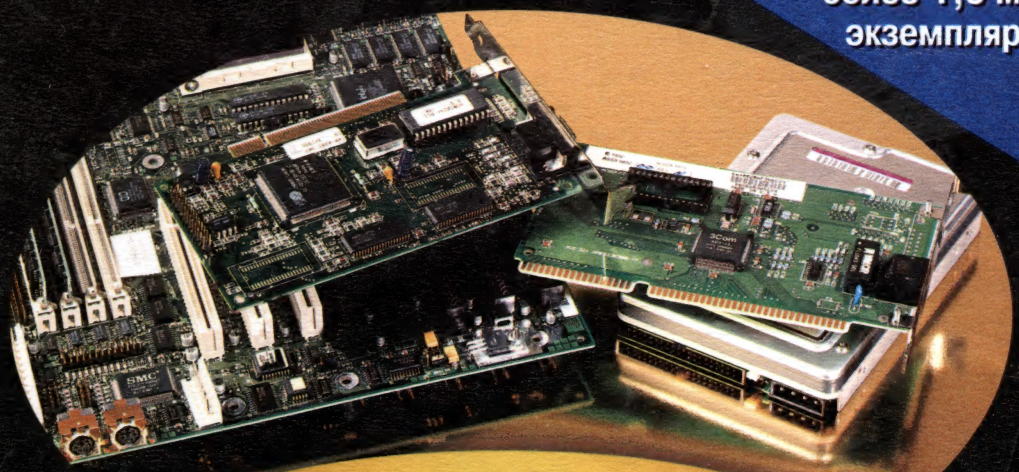
Продано более 1,5 млн экземпляров



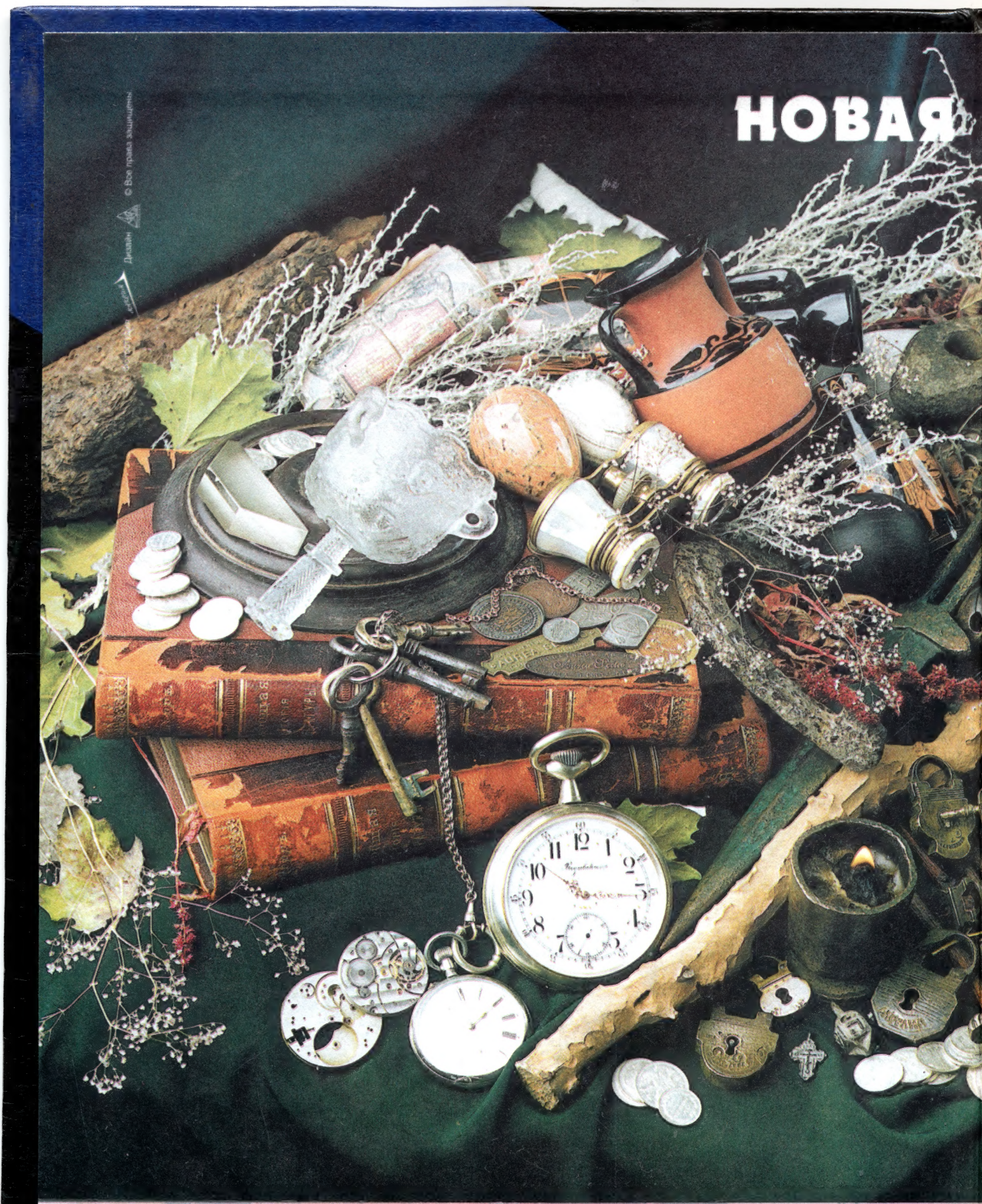
Десятое юбилейное издание

"Прочтите книгу *Модернизация и ремонт ПК* — и у вас получится все с первого раза",
— Edward Griffin,
заместитель директора лаборатории, пользователь компьютеров с многолетним стажем

Модернизация и ремонт ПК

Скотт Мюллер,
при участии *Крега Зекера*

intel inside
pentium III
que®
ВИЛЬЯМС
Библиотека Скотта Мюллера



Киев, Верхний Вал, 34/13 тел/факс (044) 463-74-52, 463-74-72
http:// www.epos.kiev.ua

ЖИЗНЬ СТАРЫХ ВЕЩЕЙ

ЕПОС

Профессиональный ремонт и модернизация ПК (IBM PC, Apple)

Ремонт комплектующих и периферии любой степени сложности

Восстановление информации на HDD и других типах носителей

Чистая комната класса 100, специализированное оборудование, высокий профессионализм, гарантия качества работ

Тестирование неисправных комплектующих - БЕСПЛАТНО

Авторизованный сервисный центр Tripp Lite
Авторизованный сервисный центр APC
Центр технической поддержки AMD
Центр технической поддержки Western Digital
Центр технической поддержки Seagate
Центр технической поддержки Maxtor
Центр технической поддержки OKI

Модернизация и ремонт ПК

Десятое юбилейное издание

UPGRADING AND REPAIRING PCs

Tenth Anniversary Edition

Scott Mueller
with Craig Zacker

QUE®

A Division of Macmillan Computer Publishing
201 W. 103rd Street
Indianapolis, Indiana 46290

Scott Mueller Library

Модернизация и ремонт ПК

Десятое юбилейное издание

Скотт Мюллер,
при участии Крега Зекера

Москва • Санкт-Петербург • Киев
1999

ББК 32.973.26-018.2.я75
М98
УДК 681.3.07

Издательский дом "Вильямс"

По общим вопросам обращайтесь в издательский дом "Вильямс"
по адресу: info@williamspublishing.com, http://www.williamspublishing.com

Мюллер, Скотт, **Зекер**, Крег.

М98 Модернизация и ремонт ПК, 10-е юбилейное издание.: Пер. с англ. — К.; М.; СПб.: Издательский дом "Вильямс", 1999 . — 992 с. : ил. — Парал. тит. англ., уч. пос.

ISBN 5-8459-0003-4 (рус.)

В этой книге описывается практически все, что имеет отношение к компьютерной технике: процессоры от 8086 до Pentium III, сопроцессоры, системные платы, наборы микросхем системной логики, микросхемы памяти, стандарты PCI, USB, накопители на магнитных лентах и CD-ROM, блоки питания, звуковые платы, устройства IDE и SCSI, накопители на гибких и жестких дисках, видеоадаптеры, мониторы и многое другое. Вы узнаете о сервисном обслуживании различных узлов компьютера и методике поиска неисправностей, а также об аппаратных и программных диагностических средствах, с помощью которых можно легко определить и устранить причину неисправности.

Некоторые крупные компании и учебные заведения сделали эту книгу обязательной для изучения техническими специалистами соответствующего профиля. Настоящая книга должна быть у каждого, кому самостоятельно приходится выбирать, обслуживать, настраивать и ремонтировать компьютеры.

ББК 32.973.26-018.2.я75

Все названия программных продуктов являются зарегистрированными торговыми марками соответствующих фирм.

Никакая часть настоящего издания ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, если на это нет письменного разрешения издательства Que Corporation.

Authorized translation from the English language edition published by Macmillan Computer Publishing, Copyright © 1998

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Russian language edition published by Williams Publishing House according to the Agreement with R&I Enterprises International, Copyright © 1999

ISBN 5-8459-0003-4 (рус.)
ISBN 0-7897-1636-4 (англ.)

© Издательский дом "Вильямс", 1999
© Que Corporation, 1998

Отзывы экспертов, работающих в компьютерной промышленности, о книге *Модернизация и ремонт ПК* и ее авторе Скотте Мюллере

"В этой книге господин Мюллер со знанием дела описывает все подробности компьютерной технологии и раскрывает все тайны ПК."
STEWARTT WHITE, Web-дизайнер,

Technology Online, The Technology Cyber-Magazine

"Не подвергайте угрозе результаты вашей работы; прочитайте книгу *Модернизация и ремонт ПК* — и вы устраните все неполадки в вашем компьютере с первого раза."
EDWARD GRIFFIN,
заместитель директора лаборатории,

Computer Shopper

"*Модернизация и ремонт ПК* — учебник, справочник, руководство по персональному компьютеру— и все это одна книга."
ED RASIMUS, редактор,

Computer Sun Times

"Если вы хотите овладеть знаниями в области вычислительной техники, то книга *Модернизация и ремонт ПК* — идеальный учебник, с которого нужно начинать."
TAMARA E. HOLMES,

USA TODAY Online

"Исключительная книга, в ней есть почти все, что может понадобиться при модернизации и ремонте ПК."

Info World Magazine

"Всеобъемлющая, легко читаемая книга... — замечательное добавление к комплекту инструментальных средств для ПК."

BILL CATCHINGS,

PC Week

"Десятое юбилейное издание книги *Модернизация и ремонт ПК* Скотта Мюллера продолжает превосходную традицию, начатую более десяти лет назад. Эта книга — незаменимый справочник и бесценный инструмент для каждого техника-компьютерщика, будь он профессионал или просто энтузиаст."

ELIZABETH ZINKANN, редактор и постоянный обозреватель журнала *Sys Admin Magazine*

"Это издание книги Скотта Мюллера еще лучше предыдущих! Данная книга — самое полезное руководство по аппаратным средствам, помогающее решить трудные задачи при работе с персональным компьютером. Настоятельно рекомендую эту книгу!"
RICHARD L. GABRIEL, старший инженер компании

General Electric Co.

"Обновленное издание книги *Модернизация и ремонт ПК* Скотта Мюллера — мой инструмент номер один. Я получил свой сертификат A+, изучив его книги. Без сомнения, эта книга займет свое достойное место на моем рабочем столе рядом с компьютером!"

BAUTE LANHAM, JR.

"Книга Скотта Мюллера тысячи раз приходила мне на помощь. Ее страницы истрепались из-за бесконечного листания. Я считаю, что *Модернизация и ремонт ПК* является Библией компьютерных аппаратных средств. Это — единственная книга, в которой я постоянно нуждаюсь, и единственное руководство, без которого не могу обойтись."

RUSSELL CLARK

"Точность, подробность, и простота — все в одном! Это — одна из немногих книг, которые я настоятельно рекомендую как начинающим, так и экспертам."

EDMUND S. W. KIM

"Это — книга, которой я пользуюсь всякий раз, когда мне нужна информация об аппаратных средствах или их взаимодействии с программным обеспечением. Это понятный, краткий, точный, современный и бесценный источник информации, незаменимый для каждого, кто работает с персональными компьютерами: для профессионала, который с утра до вечера работает с компьютерами, и для рядового пользователя, для которого компьютер — лишь хобби."
ALAN M. FOWLER, FIEAust CPEng,

Мельбурн, Австралия

"Скотт Мюллер проделал невероятную работу, чтобы собрать разнообразную информацию, необходимую и опытному специалисту по персональным компьютерам, и честолюбивому студенту, и любознательному пользователю. Независимо от того, какое количество компьютеров вы модернизировали или отремонтировали — один или целые сотни, — в этой книге вы найдете все, что вам может пригодиться: технологии, методы, подсказки, способы избежания ловушек и многое, многое другое."
PHIL LEE, системный инженер,

Lee & Assoc.

"Десятое юбилейное издание книги *Модернизация и ремонт ПК* Скотта Мюллера — самый ценный источник информации, где я нахожу ответы на все вопросы, связанные с ПК. Это — исключительная книга, здесь есть все, что нужно знать о компьютере."

TYRONE DAVOODIAN

"*Модернизация и ремонт ПК* — одна из самых лучших компьютерных книг, которые я когда-либо читал... Стоимость книги окупается уже только информацией о самых новых центральных процессорах и системных платах. Эта книга должна быть у каждого пользователя компьютера — как новичка, так и эксперта."

WAYNE TOBA

"БОЛЬШЕ ЗНАЧИТ ЛУЧШЕ! В этом издании были добавлены новые страницы, посвященные микропроцессорам и объединительным платам, и они заслуживают внимания. Если вы — специалист по компьютерам, хватайте эту книгу — и будете на гребне!"

PAUL F. PESCE

"Это самая краткая и в то же время исчерпывающая книга о том, как модернизировать ПК. Я был поражен тем, насколько современна информация, предлагаемая в ней. Терминология проста даже для новичка, только начинающего работать с ПК. Обязательно приобретите это сногсшибательное издание."

MARK BARBOUR, консультант по финансовым системам

"У меня приблизительно 12 футов книжной полки заняты книгами по компьютерным технологиям. Эти книги имеют опрятный вид и правильно расставлены. Но есть одна истрепанная книга — это Евангелие Скотта... Интересно, имеете ли вы представление о том, сколько тысяч пользователей ПК не могут обойтись без его книги?"

JACK WILLIAMS

"Скотт написал еще одну книгу по компьютерам. Это не только самая информативная компьютерная книга, но и самая читабельная — она написана в стиле, который понятен всем."

RICHARD DRAKE, президент компании Compucycle

"Я не нашел более полной и точной книги по компьютерам, чем *Модернизация и ремонт ПК*. Я избежал многих неприятностей благодаря ей!"

PHILLIP DAVIS

"До сих пор в компьютерном книжном мире никто не обладал таким стилем, как у Скотта Мюллера. Я рекомендовал бы книгу *Модернизация и ремонт ПК* любому, кто хочет узнать, что происходит в его компьютере и как устранить разного рода неполадки, не прибегая к чьей-либо помощи."

GREGORY A. MACK

"Скотт Мюллер имеет удивительную способность ОЧЕНЬ понятно и исчерпывающе излагать сложный материал. Его новая книга еще раз доказывает это. В книгах Скотта я всегда нахожу ответы на вопросы."
JOHN P. COWAN, консультант по Internet,

Business Insurance Group

"Если бы раньше у меня был такой справочник, без сомнения, я сэкономил бы много времени. Цена сэкономленного времени при выполнении самой простой операции в три раза превосходит цену книги."

BRETT HAVENER, специалист по компьютерным технологиям

"Ничто никогда не оставляло во мне такого чувства удовлетворения, как книга *Модернизация и ремонт ПК*. Если, подобно мне, вы или ваша компания нуждаетесь в информации о компьютерах, то непременно оцените значение того, что вся она собрана в одной книге."

NELSON G. COE, президент Nelco Distribution Inc.

"Эта книга, дополненная новой информацией, не будет собирать пыль, стоя на полке."
JAY BRATCHER, системный инженер,

Strategic Supply, Inc.

"В данной книге есть даже то, о чем я не смел и думать. Книга написана простым языком, а все детали изложены в ней подробно — это очень поможет тем, кто хочет поддерживать на должном уровне или наращивать вычислительные возможности своего ПК. Книга окупится многократно, если вы серьезно относитесь к своему ПК и его сопровождению."

JOE T. DEFELICE JR.

Посвящаю моей жене Линн.
Мы и эта книга прожили еще 10 лет... — счастливый юбилей!

Об авторе

Скотт Мюллер (Scott Mueller) является президентом международной компании Mueller Technical Research (MTR), занимающейся исследованиями в области персональных компьютеров и корпоративным обучением. Начиная с 1982 года, MTR специализируется на создании самой точной и полной документации для компьютерной индустрии, а также на проведении семинаров по ПК. Среди клиентов фирмы более 500 компаний, правительственные учреждения Соединенных Штатов и других государств, крупнейшие производители программного и аппаратного обеспечения, а также просто энтузиасты и предприниматели, работающие в области персональных компьютеров. Скотт Мюллер облетел всю Северную и Южную Америку, Европу и Австралию, проводя свои семинары для многотысячной аудитории поклонников компьютерной техники.
Скотт Мюллер разработал и представил курсы по обучению работе с персональными компьютерами. Он — эксперт по настройке операционных систем на конкретные аппаратные средства ПК, методам восстановления данных и локальным вычислительным сетям. Подробную информацию об учебных семинарах по компьютерам можно получить по адресу:

Mueller Technical Research
21 Spring Lane
Barrington Hills, IL 60010
Phone: (847) 854-6794
Fax: (847) 854-6795
Internet: **scottmueller@compuserve. com**
Web: **www. m-tr. com**

На счету у Скотта много популярных книг, статей и учебных материалов, включая книгу *Модернизация и ремонт ПК*, объем продаж которой превысил 1,5 млн экземпляров; это самая популярная книга по аппаратным средствам ПК. Двухчасовый видеофильм с лекциями Скотта Мюллера *Your PC—The Inside Story* можно заказать в компании LearnKey, Inc., обратившись по адресу:

LearnKey, Inc.
1845 West Sunset Boulevard
St. George, UT 84770
Toll Free: (800) 937-3279
Телефон: (801) 674-9733
Факс: (801) 674-9734

Если у вас есть вопросы по аппаратным средствам ПК, предложения, пожелания или вообще какие-то комментарии, отправьте их Скотту по электронной почте: **scottmueller@compuserve.com**. Переписка по обычной почте займет намного больше времени! Когда Скотт не работает над книгой и не ведет семинаров, он обычно возится в гараже со своими любимыми автомобилями (LT4-powered 1994 Impala SS, LT4-powered 1995 Caprice 9C1 или Buick Turbo V6-powered 1989 Trans Am). Иногда он ходит в автомобильные мастерские, участвует в автомобильных шоу или ралли, проводимых на местных полигонах.

О соавторе

Крег Зекер (**Craig Zacker**) — автор и редактор; работал администратором сетей Novell NetWare и обслуживал технические средства ПК, управлял независимым коммерческим настольным издательством. Крег занимался над интеграцией Windows NT в сети NetWare и Internet, был автором и создателем Web-узлов нескольких интерактивных служб большой компании, разрабатывающей программное обеспечение. Крег написал сам или в соавторстве множество книг об операционных системах и работе с сетями; его статьи опубликованы в самых престижных изданиях, включая журнал *Windows NT Magazine*, редактором которого он является. К нему можно обращаться по адресу: **http://www.zacker.com**, или **craig@zacker.com**. Издательство Que и Скотт хотели бы поблагодарить Крега за участие в написании этой книги.

Благодарности

Десятое юбилейное издание книги *Модернизация и ремонт ПК* — это результат моих многолетних исследований. Огромное количество людей помогали мне как в проведении исследований, так и в создании этой книги. Я хотел бы от всего сердца поблагодарить их всех.
Прежде всего огромная благодарность моей жене и помощнику — Линн. За время работы над книгой Линн пришлось вынести многое! Благодаря Линн были установлены деловые контакты со многими компаниями — мы получали самую "свежую" информацию об их продукции и результатах научных исследований. Линн — это основа MTR.
Благодарю Лизу Карлсон (Lisa Carlson) из компании Mueller Technical Research за помощь в изучении продукции различных фирм и управление офисом. Лиза имеет фантастические организационные способности — она оказала огромную помощь, управляя потоками информации в нашем офисе. Большое спасибо Джону Рурку (John Rourke), который не только ведет семинары MTR, но и является проектировщиком и создателем платы Discovery — наилучшей на рынке платы устранения и поиска конфликтов IRQ и DMA.
Выражаю огромную благодарность всем компаниям, которые предоставили аппаратные средства, программное обеспечение и информацию о научных исследованиях, которая была так полезна при работе над этой книгой. Благодарю Дэвида Меанса (David Means) за информацию о новых средствах. Спасибо Сету Уолкеру (Seth Walker) из Intel за его помощь и поддержку.
Особо хочу поблагодарить сотрудников издательства Que, усилиями которых эта книга увидела свет.
Огромное спасибо всем читателям, которые отправляли по электронной почте свои комментарии — я всегда их жду. Особая благодарность Паулю Рейду (Paul Reid), который внес много предложений по улучшению этой книги.
В заключение я хотел бы поблагодарить всех тех людей, которые посетили мои семинары — вы даже не представляете себе, сколь многому я научился у каждого из вас! Благодарю также тех, кто присылал вопросы и ответы по Internet, а также принимал участие в форумах CompuServe.

Скотт Мюллер, июль 1998

О технических рецензентах

Кент Изли (Kent Easley) читает лекции по информатике и математике в университете Sul Ross State University. Кроме того, он является сетевым администратором отдела сети Windows NT.
Кент имеет две магистерские степени: одна — в области библиотечного дела и другая — в области математики и информатики. Имеет опыт в библиотечном деле. Кент начал преподавать в университете в 1996 году, получив вторую магистерскую степень. Он также имеет сертификат профессионала Microsoft (Microsoft Certified Professional).

Хейн Тайсон (Tyson Heyn) отвечает за выпуск продукции и коммуникационные технологии в компании Seagate Technology, Inc. Большую часть своего времени он уделяет техно-

логиям, применяемым в высококачественных устройствах хранения информации, сюда относятся дисководы Cheetah фирм Seagate и Barracuda.
Хейн живет в г. Санта-Круз (Santa Cruz, Калифорния) и работает в штаб-квартире компании в Scotts Valley; с 1989 года сотрудничает с издательствами. Он изучал вычислительную технику и деловую экономику в Калифорнийском университете, а религию — в Бетанском Библейском колледже (Bethany Bible College). С ним можно связаться по адресу: **tysonheyn@aol.com**.

Дуг Клипперт (Doug Klippert) — независимый эксперт, живущий в г. Такома (Tacoma), Вашингтон. Он имеет звания сертифицированного инженера в области решений Microsoft (Microsoft Certified Solutions Engineer) и пользователя-эксперта по продуктам пакета Microsoft Office (Expert Microsoft Office User Specialist). Дуг — менеджер компании Public Utility; он имеет степень бакалавра в области бухучета.

Карл Ларсон (Carl Larson) — диспетчер производственной линии микропроцессоров P6 в Intel's Microprocessor Products Group. В 1990 году Карл начал работать в Intel в качестве специалиста по маркетингу. С тех пор Ларсон занимался вопросами ценообразования и прогнозирования спроса на продукцию компании Intel, и отвечал за выпуск процессоров 486. В 1994 Карл работал в отделе ценообразования фирмы Intel. Начиная с 1996 года, Карл занимался менеджментом производственной линии микропроцессоров P6, в том числе и выпуском процессоров Pentium II Xeon, Pentium II и Celeron. В 1985 году Ларсон окончил Университет штата Иллинойс (University of Illinois); ему было присвоено звание бакалавра в области электротехники, а также степень магистра менеджмента в Кэллогском институте менеджмента (Kellogg School of Management) в Северо-западном университете (Northwestern University).

Пит Ленгес (Pete Lenges) работает техническим инструктором по программному обеспечению в фирме New Horizons Computer Learning Centers, которая является одним из самых больших в мире интеграторов программного обеспечения. Он имеет звание сертифицированного специалиста по программе A+ в области операционных систем Microsoft, а также звания сертифицированного преподавателя (MCT) и сертифицированного эксперта Microsoft (MCP). В настоящее он проводит семинары по аппаратным средствам и программному обеспечению в Индианаполисе, а также выполняет ежедневные процедуры сопровождения локальных и глобальных сетей в компании New Horizons Computer Learning.

Джон П. Рурк (John P. Rourke) — президент компании Allied Computer Products, Inc. — производителя аппаратных средств компьютерной диагностики и программного обеспечения. Кроме того, он входит в советы директоров нескольких компаний, разрабатывающих технологии, используемые в ПК. Более 18 лет Джон работает в компьютерной промышленности. Он объездил всю Северную Америку и Европу, проводя семинары по поиску неисправностей ПК, восстановлению данных и работе с сетями. Он пишет книги и читает лекции на курсах по программе подготовки к сдаче экзаменов на сертификат A+, а также по программе ISO-9000.
С Джоном можно связаться по электронной почте, обратившись по адресу: **john@allied-computer.com**.

Джеф Слоан (Jeff Sloan) занимается разработкой базовой системы ввода-вывода для бизнес-продуктов Dimension desktop компании Dell Computers. До перехода в эту фирму он работал более пятнадцати лет в компании IBM. Восемь из них он занимался разработкой базовой системы ввода-вывода PS/2. В 1979 году Джеф получил степень бакалавра информатики в Питтсбургском университете. В настоящее время Джеф работает в Юго-западном государственном университете штата Техас над диссертацией на изыскание степени магистра информатики. Джеф был техническим редактором четырех книг по программе MCP, в том числе двух книг Питера Нортона (Peter Norton).

Предисловие

Вашему вниманию предлагается книга *Модернизация и ремонт ПК. Десятое юбилейное издание*. В ней рассказывается об эксплуатации, ремонте и модернизации компьютеров фирмы IBM и совместимых с ними моделей. Здесь рассматривается широкий диапазон IBM-совместимых компьютеров — от 8-разрядных машин до современных 64-разрядных рабочих станций; описываются практически все аппаратные компоненты, устройства и аксессуары, при использовании которых современный персональный компьютер становится более удобным, быстродействующим и эффективным. Здесь также рассматриваются процессоры Intel (в том числе Pentium, Pentium Pro и Pentium II) и совместимые с ними, новые технологии обычной и кэш-памяти, стандарт PCI, накопители на магнитных лентах, CD-ROM, звуковые платы, устройства PC-Card и Cardbus для портативных компьютеров, интерфейсы IDE и SCSI, быстродействующие накопители на жестких дисках большой емкости, новые возможности мониторов и видеоадаптеров и др.
Здесь подробно рассказывается о каждом компоненте ПК — от процессора до клавиатуры и дисплея. Вы узнаете о возможностях новых высокопроизводительных моделей и о том, как использовать их наилучшим образом; какая аппаратура и программное обеспечение имеются сегодня на рынке и как составить из них оптимальную конфигурацию, затратив минимум времени и денег. Кроме того, в *этом издании* рассматриваются:

- процессоры Pentium II, Pentium Pro, Pentium, 486 и более ранние модели;
- процессорные гнезда, допускающие замену процессоров более новыми, и их спецификации;
- конструкции и наборы микросхем современных системных плат, включая платы ATX и NLX;
- современные архитектуры шин, включая высокоскоростные PCI (Peripheral Component Interconnect), AGP (Accelerated Graphics Port) и шину процессора, работающую на частоте 100 МГц;
- VL-Bus (VESA Local), а также архитектуры EISA (Extended Industry Standard Architecture) и MCA (Micro Channel Architecture);
- ресурсы, неправильное использование которых часто приводит к конфликту устройств (аппаратные прерывания (IRQ), каналы DMA и адреса портов ввода-вывода);
- архитектура Plug and Play;
- новые быстрые накопители на жестких дисках большой емкости и их интерфейсы, включая новые версии IDE (такие как ATA-3 и ATA-4) и SCSI;
- дисководы гибких дисков и другие съемные диски, такие как Zip и LS-120, накопители на магнитной ленте и устройства записи компакт-дисков;
- новые типы накопителей, включая DVD, CD-ROM и магнитооптические накопители;
- увеличение системной памяти с помощью модулей SIMM и DIMM и увеличение надежности системы с помощью оперативной памяти с коррекцией ошибок;

- новые типы памяти, включая кэш Synchronous Pipeline Burst, память EDO, Burst EDO, Synchronous DRAM и RAMBURST;
- мониторы Super VGA с большим экраном, быстродействующие платы видеоадаптеров и ускорители 3D-графики;
- периферийные устройства типа звуковых плат, модемов, дисководов, DVD и сетевых плат;
- устройства PC-Card и Cardbus для портативных компьютеров;
- устройство, поддержка, ремонт и параметры лазерных и матричных принтеров;
- взаимодействие всех компонентов системы с популярными операционными системами.

Книга поможет вам справиться со многими проблемами, возникающими при ремонте и модернизации ПК. В ней рассматриваются вопросы, связанные с каналами прямого доступа к памяти (DMA), аппаратными прерываниями (IRQ) и конфликтными ситуациями, возникающими при адресации памяти, а также рассказывается о том, как избежать этих конфликтов и правильно установить новую плату. Вы узнаете и об использовании программного обеспечения, в том числе о взаимодействии DOS или другой операционной системы с аппаратными средствами при запуске компьютера. Кроме того, научитесь диагностировать аппаратную часть, саму операционную систему и ее приложения.
Эта книга — результат многолетних исследований и анализа материалов семинаров по аппаратным средствам, операционным системам и восстановлению данных. Все эти годы я обучал (и продолжаю обучать) пользователей тому, как найти и устранить неисправности, модернизировать и отремонтировать ПК, эффективно использовать ПК и восстановить данные. Эта книга — результат моего собственного опыта и опыта тысяч других специалистов. Из обычного конспекта она превратилась в полное руководство по ремонту и модернизации ПК. Теперь результат моей многолетней работы и исследований — перед вами. Надеюсь, он будет вам полезен.

О чем эта книга

При подготовке настоящего издания я преследовал несколько целей. Конечно, главная из них — помочь вам изучить ПК и узнать, как их можно модернизировать и ремонтировать. Эта книга даст вам полное представление о ПК, которые были разработаны на базе первого IBM PC и к которым относятся как продукты самой фирмы IBM, так и многочисленные совместимые с ними системы. В ней рассматривается все, что имеет отношение к компьютерной технике (типы накопителей на гибких и жестких дисках, процессоры, математические сопроцессоры, блоки питания и т.д.); рассказывается о сервисном обслуживании различных узлов компьютеров, наиболее уязвимых элементах ПК и методике поиска неисправностей. Кроме этого, здесь вы узнаете о мощных аппаратных и программных диагностических средствах, с помощью которых можно определить и устранить причину неисправности.
Быстродействие и производительность ПК постоянно растут. Появление каждого нового процессора — это еще один шаг вперед в развитии компьютерной технологии. Книга расскажет вам обо всех микропроцессорах, используемых в IBM-совместимых компьютерных системах.
В книге также рассматриваются различия между основными шинными архитектурами, а также описываются практически все системные архитектуры и предназначенные для них адаптеры.
В современных компьютерах емкость различных накопителей растет буквально в геометрической прогрессии. В книге рассматриваются не только быстродействующие

накопители на жестких дисках, находящиеся в серийном производстве, но и планируемые к выпуску. Подробно описываются способы усовершенствования системного ОЗУ и поиска неисправностей.
Досконально изучив эту книгу, вы сможете модернизировать и отремонтировать практически любой компьютер и его компоненты.

Для кого предназначена эта книга

Книга ориентирована на читателей, которые хотят по-настоящему разобраться в работе ПК. В каждом разделе подробно рассматриваются распространенные (и не очень) проблемы, причины их возникновения и методы устранения. Например, информация об интерфейсах и способах настройки дисковых накопителей поможет вам расширить свои познания в области диагностики их неисправностей. Вы будете лучше представлять, что происходит в компьютере, сможете делать свои собственные выводы и руководствоваться своим собственным опытом, а не действовать чисто механически, по заранее составленной инструкции.
Книга написана для тех, кому самостоятельно приходится выбирать, обслуживать, настраивать, эксплуатировать и ремонтировать компьютеры. Чтобы заниматься всем этим, вам потребуются более глубокие знания, чем те, которыми обладают рядовые пользователи. Вы должны точно знать, какие инструменты вам понадобятся для решения той или иной задачи и как правильно ими воспользоваться.

Как построена эта книга

Главы 1 и 2 представляют собой введение. В главе 1 изложена история развития компьютеров фирмы IBM и совместимых с ними моделей. В главе 2 описаны типы персональных компьютеров и различия между ними, в том числе разновидности системных шин, от которых, в основном, и зависит принадлежность компьютера к тому или иному классу. В этой главе также представлен обзор типов ПК, который поможет вам лучше ориентироваться в остальном материале книги.
В главах 3–6 рассказывается о первичных компонентах ПК. В главе 3 подробно описываются центральные процессоры (central processing unit — CPU), в том числе процессоры фирмы Intel и других компаний. В главе 4 подробно рассматриваются системные платы, наборы микросхем системной логики (chipsets — чипсеты), компоненты объединительных плат и шины. В главе 5 детально обсуждается память ПК. В главе 6 тщательно исследуются вопросы питания, которое остается первопричиной отказов ПК.
В главах 7–11 рассматриваются аппаратные средства ввода-вывода. В главе 7, посвященной устройствам ввода данных, описаны клавиатуры, устройства указания и игровые порты. В главе 8 обсуждаются аппаратные средства отображения информации, включая видеоадаптеры и мониторы. В главе 9 внимание сосредоточено на акустических аппаратных средствах, включая звуковые платы и динамики. В главе 10, посвященной интерфейсам ввода-вывода, обсуждаются вопросы ввода и вывода на уровне аппаратных средств системы, включая последовательные и параллельные порты, USB, FireWire и все основные интерфейсы дисководов типа IDE и SCSI. В главе 11 детально обсуждаются средства связи и аппаратные средства работы с сетями, а в главах 12 и 13 — системы "массовой" памяти. В главе 12 рассмотрены все типы магнитной памяти: дисководы для гибких дискет, жесткие диски, лентопротяжки и всевозможные контроллеры дисководов. Особое внимание уделено популярным новым типам магнитных носителей: дисководам типа ZIP и LS-120. В этой же главе детально рассмотрена процедура установки дисководов. Эта информация неоценима, когда вы устанавливаете или заменяете дисководы в системе, а также

устраняете неполадки или выполняете ремонт дисковода. В главе 13, посвященной хранению данных на оптических носителях, рассмотрены дисководы для оптических носителей. (Самый распространенный тип такого устройства — дисковод CD-ROM.) Здесь же речь идет об устройствах для записи компакт-дисков и перезаписываемых компакт-дисков, а также устройствах, в которых используются другие оптические технологии. В главе 14 рассматриваются различные типы принтеров, их языки, методы модернизации принтеров, профилактические работы, ремонт, а также проблемы, связанные с надежностью драйверов принтеров.
В главе 15 рассматриваются портативные компьютеры различных типов, включая ноутбуки и суб-ноутбуки. Здесь же описаны уникальные технологии, используемые при производстве портативных систем (мобильные процессоры, дисплеи, батареи и др.).
В главе 16 речь идет о том, на что следует обратить внимание при покупке ПК, а также при его модернизации и усовершенствовании. В этой главе также описываются процедуры сборки и разборки.
В главах 17, 18 рассматриваются вопросы диагностики, тестировании и сопровождения. Описаны методы диагностики и инструментальные средства тестирования. Кроме того, здесь рассматриваются операционные системы и поиск неисправностей. В главе 19 описываются файловые системы и восстановление данных. Здесь же автор подводит черту под всем вышесказанным, а также указывает, где можно найти дополнительную информацию.
Книга *Модернизация и ремонт ПК* не только ценна как руководство, помогающее понять, как в системе взаимодействуют и функционируют различные компоненты, а также как руководство по ремонту и обслуживанию компьютеров. Впрочем, я думаю, что книга *Модернизация и ремонт ПК* — гораздо больше, чем просто руководство по ПК...

Что нового в этом издании

За прошедшие десять лет многое изменилось в компьютерном мире. Да что говорить про десять лет, когда буквально на глазах все меняется — появляются новые направления, новые тенденции, новые технологии, новые фирмы, выпускающие суперсовременные аппаратные и программные средства. В этом — юбилейном — издании я постарался описать все то, что появилось на рынке компьютерных технологий с момента выхода в свет предыдущего издания моей книги. Вот короткий список основных изменений:

- В данном издании я постарался дальше отойти от "IBM-совместимого" стереотипа мышления. Это наиболее явно обнаруживается в главе 2, где обсуждается, кто правит балом на рынке аппаратных средств ПК.
- Глава 3 была практически полностью реорганизована. В нее включено около 50 страниц нового материала. В соответствии с новой организацией все процессоры (в том числе и сопроцессоры, и процессоры обновления) теперь описываются в терминах семейства процессоров, к которому они принадлежат. В главе обсуждаются процессоры не только фирмы Intel (Pentium, Pentium Pro, и Pentium II), но и таких компаний, как AMD, Cyrix и др. Кроме того, более подробно описаны такие новшества, как архитектура двойной независимой шины (Dual Independent Bus — DIB). Надеюсь, что вам понравятся новые иллюстрации и фотографии.
- В главе 4 системные платы и шины теперь описываются в рамках одной темы. Значительно подробнее рассказывается о микросхемах системной логики для Pentium, Pentium Pro и Pentium II, представляющих собой основу всех современных объединительных плат. В дополнение к этому описываются особенности, потенциальные возможности и ограничения микросхем системной логики, используемых сегодня повсеместно.

- Глава 5 теперь начинается с рассмотрения типов памяти и процедур установки. В этом издании более подробно описаны все современные типы памяти, включая оперативную память типа EDO и SDRAM. Здесь вы найдете ответы на вопросы о связи между быстродействием памяти и быстродействием процессора, и кроме того, узнаете, почему проверка ошибок все еще является важной особенностью памяти. В этой главе также появилось много новых иллюстраций, дабы вы могли без труда распознавать модули SIMM и их типы, а также правильно вставлять их.
- Самой значительной реорганизации подверглась глава 10, посвященная интерфейсам ввода-вывода. В этой главе теперь вы найдете информацию о любом стандартном интерфейсе ввода-вывода — от стандартных последовательных и параллельных портов до ATA (IDE), SCSI, USB и FireWire.
- В главе 12, посвященной накопителям на магнитных носителях, теперь с единой точки зрения описываются дисководы гибких и жестких дисков и процедура их установки. Все необходимые сведения о хранении информации на магнитных носителях приведены здесь же.
- Глава 14, посвященная принтерам, является новой в этом издании. Я благодарю всех тех многочисленных читателей, которые предложили помощь при написании этой главы.
- В главах 17 и 18, посвященных диагностике, тестированию, сопровождению, программному обеспечению (операционным системам) и поиску неисправностей, добавлено много нового и разнообразного материала. Здесь вы сможете кое-что узнать об операционной системе Windows 98. Поскольку теперь поиск неисправностей и настройка аппаратных средств меньше зависят от производителей аппаратных средств (таких как IBM или Compaq), но в большей степени опираются на инструментальные средства, реализованные в программном обеспечении независимых производителей, потребовался новый подход к описанию процедур установки и тестирования.
- Материал, представленный в глава 19, посвященной файловым системам и восстановлению данных, практически полностью новый.
- Здесь перечислены только основные изменения ядра книги, однако в каждой главе вы найдете массу нового материала. Это — самое "модернизированное" издание.

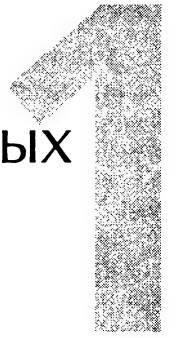
Личное замечание

Я волнуюсь, ожидая выхода в свет этого издания, и в то же время с большим нетерпением жду, когда увидят его читатели. Я и сотрудники издательства Que упорно трудились, чтобы сделать это издание самым лучшим. Я благодарен всем, кто помогал мне в написании этой книги, а также всем моим читателям, многие из которых, как обнаружилось, читали каждое издание книги, начиная с первого. Я встречался со многими тысячами из вас на своих семинарах, и могу сказать, что наслаждаюсь вашими комментариями и критическими замечаниями. Возможно, вам будет интересно узнать, что данную книгу я начал писать еще в 1985 году; затем использовал ее исключительно на своих семинарах по аппаратным средствам ПК, а в 1988 году она вышла в свет в издательстве Que. Я писал и переписывал эту книгу почти непрерывно в течение более 13 лет! Благодаря вашим комментариям, предложениям и поддержке книга *Модернизация и ремонт ПК* стала одной из лучших книг по аппаратным средствам ПК. Я с нетерпением жду ваших отзывов об этом новом издании.

Скотт Мюллер

Глава 1

Происхождение персональных компьютеров



Персональный компьютер (ПК) стал воплощением множества открытий и изобретений. Прежде чем говорить о его устройстве и возможностях, скажем несколько слов об основных этапах развития компьютерной технологии.

История развития ПК

Современный компьютер представляет собой набор электронных переключателей, которые используются как для представления информации в двоичном коде (в виде *двоичных единиц — битов*), так и для управления ее обработкой. Эти электронные переключатели могут находиться в двух состояниях — *включено* и *выключено*, что позволяет использовать их для хранения двоичной информации. В первых компьютерах в качестве переключателей применялись вакуумные лампы, и хотя, в принципе, они работали, это порождало массу сложностей.

Лампа как электронный переключатель малоэффективна. Она потребляет много электроэнергии и выделяет огромное количество тепла, отвод которого был одной из основных технических проблем. Кроме того, при выделении тепла надежность ламп снижалась, и поэтому из-за выхода из строя ламп среднее время безотказной работы больших вычислительных систем не превышало двух часов.

Именно изобретение в 1948 году полупроводниковых устройств — транзисторов — знаменовало начало революции в компьютерной индустрии. Транзистор был изобретен в Bell Laboratories инженерами Джоном Бардином (John Bardeen), Уолтером Браттейном (Walter Brattain) и Уильямом Шокли (William Shockley)[1]. Транзистор, в сущности являющийся электронным ключом, заменил громоздкую и неудобную электронную лампу. Поскольку потребляемая транзисторами мощность незначительна, построенные на их основе компьютеры имели гораздо меньшие размеры и были более быстродействующими и эффективными.

Появление транзистора заложило тенденцию к миниатюризации компьютеров, которая сохраняется и в настоящее время. Современные модели портативных компьютеров, работающих от аккумуляторов, обладают большей производительностью, чем прежние системы, занимавшие целые комнаты и потреблявшие много электроэнергии.

В 1959 году сотрудники фирмы Texas Instruments изобрели *интегральную схему (ИС)* — полупроводниковое устройство, в котором без проводов соединяются расположенные на одном кристалле несколько транзисторов. В первой ИС их было всего шесть. Для сравнения заметим, что современный микропроцессор Pentium Pro, используемый в новейших компьютерных системах, состоит из 5,5 млн транзисторов, а интегральный кэш, встроенный в один из чипов, содержит еще 32 млн транзисторов. Сегодня во многих ИС используется несколько миллионов транзисторов.

---

1 Иногда встречается следующее написание имен изобретателей транзистора: Джон Барден, Вальтер Бреттен и Вильям Шокли. — *Прим. ред.*

В 1969 году фирма Intel выпустила микросхему памяти емкостью 1 Кбит, содержащую больше транзисторов, чем любая тогдашняя ИС. (1 Кбит равен 1024 бит, байт состоит из 8 бит, т.е. микросхема могла хранить всего 128 байт информации, что по современным меркам ничтожно мало.) Приблизительно в то же время японская фирма Busicomp, производившая калькуляторы, заказала фирме Intel для одной из своих разработок логические микросхемы 12 типов. Все необходимые свойства 12 микросхем удалось реализовать в одной.

Более того, в этой микросхеме была предусмотрена возможность программного изменения ее функций. Таким образом, она превратилась в универсальную, т.е. могла работать не только в калькуляторе. Выполняемые операции не определялись только ее внутренней структурой — ИС могла считывать из памяти определенное количество *инструкций* (*команд*), которые и управляли выполняемыми ею функциями. Идея заключалась в том, чтобы в одной микросхеме полностью реализовать вычислительное устройство, которое выполняло бы операции в зависимости от подаваемых команд.

Первый 4-разрядный *микропроцессор 4004* фирмы Intel появился в 1971 году. Он за один раз обрабатывал 4 бита данных. В 1972 году был выпущен его преемник — 8-разрядный микропроцессор 8008.

Уже в 1973 году были разработаны первые микропроцессорные комплекты на основе микропроцессора 8008. Правда, они годились разве что для демонстрации своих возможностей и включения индикаторов. В конце 1973 года фирма Intel выпустила микропроцессор 8080, быстродействие которого было в 10 раз выше быстродействия 8008, и он мог адресовать память объемом до 64 Кбайт. Это стало толчком к промышленному производству ПК.

В 1975 году фотография комплекта Altair фирмы MITS была помещена на обложку январского номера журнала *Popular Electronic*. Этот комплект, который можно считать первым ПК, состоял из процессора 8080, блока питания, лицевой панели с множеством индикаторов и оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) емкостью 256 байт (не килобайт!). Стоимость комплекта составляла $395, и покупатель должен был сам собрать компьютер. Этот ПК был построен по схеме с открытой шиной (слотами), что позволяло другим фирмам разрабатывать дополнительные платы и периферийное оборудование. Появление нового процессора стимулировало разработку различного программного обеспечения, включая операционную систему CP/M (Control Program for Microprocessors — управляющая программа для микропроцессоров) и первый язык программирования — BASIC (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code — универсальный символический программный код для начинающих) фирмы Microsoft.

В 1975 году фирма IBM впервые выпустила то, что можно было бы назвать *персональным компьютером*. Модель 5100 имела память емкостью 16 Кбайт, встроенный дисплей на 16 строк по 64 символа, интерпретатор языка BASIC и кассетный накопитель DC-300. Однако стоимость компьютера ($9 000) для рядового покупателя оказалась слишком высокой, особенно если учесть, что множество любителей (названных позже *хакерами*) предлагали свои собственные комплекты всего за $500. Очевидно, что персональные компьютеры фирмы IBM не могли выдержать такой конкуренции на рынке и продавались очень плохо.

До появления известного сейчас IBM PC (модель 5150) были разработаны модели 5110 и 5120. Хотя эти компьютеры и предшествовали IBM PC, они не имели с ним ничего общего. IBM PC был больше похож на выпущенную в 1980 году для применения в офисах модель System/23 DataMaster.

В 1976 году новая фирма, Apple Computer, вышла на рынок с компьютером Apple I стоимостью $695. Его системная плата была привинчена к куску фанеры, а корпуса и блока питания не было вообще. Было выпущено всего несколько экземпляров этого компьютера, которые впоследствии продавались коллекционерам за $20 000. Но появившийся в 1977 году компьютер Apple II стал прообразом большинства последующих моделей, включая и IBM PC.

К 1980 году на рынке микрокомпьютеров доминировали две базовые модели компьютерных систем. Это был Apple II, имевший множество преданных пользователей и гигантское

количество программ, и несколько других моделей, происходивших от комплекта Altair. Эти компьютеры были совместимы один с другим, имели одну операционную систему (CP/M) и стандартные слоты расширения с шиной S-100 (по 100 контактов на слот). Все эти компьютеры собирались различными компаниями и продавались под различными названиями. Но в большинстве случаев фирмы использовали одинаковые программные и аппаратные части. Интересно отметить, что ни один компьютер не был совместим ни с одним из двух основных современных стандартов ПК — ни со стандартом IBM, ни со стандартом Mac.

Персональный компьютер фирмы IBM

В конце 1980 года фирма IBM наконец-то решила выйти на быстроразвивающийся рынок дешевых ПК. Для разработки нового компьютера фирма основала в городе Бока-Ратон (Boca Raton) (шт. Флорида) свое отделение Entry Systems Division. Небольшую группу из 12 человек возглавил Дон Эстридж (Don Estridge), а главным конструктором был Левис Эггебрехт (Lewis Eggebrecht). Именно эта группа и разработала первый настоящий IBM PC. (Фирма IBM считала модель 5100, разработанную в 1975 году, интеллектуальным программируемым терминалом, а не подлинным компьютером, хотя, в сущности, это был настоящий компьютер.) Почти все инженеры группы ранее работали над проектом компьютера System/23 DataMaster, поэтому фактически он и оказался прообразом IBM PC.

Многое в конструкции IBM PC было заимствовано от DataMaster. В DataMaster дисплей и клавиатура объединялись в одно устройство (что было неудобно), а в IBM PC они были автономны; раскладка и электрическая схема клавиатуры были скопированы с DataMaster.

Были заимствованы и некоторые другие компоненты, включая системную шину (слоты ввода-вывода), причем использовались не только те же самые 62-контактные разъемы, но и разводка контактов. В IBM PC применялись те же контроллер прерываний и контроллер прямого доступа к памяти, что и в DataMaster. При этом платы расширения, разработанные для DataMaster, можно было использовать и в IBM PC.

Однако в DataMaster применялся процессор 8085 фирмы Intel, который мог адресовать всего 64 Кбайт памяти и имел 8-разрядные внутреннюю и внешнюю шины данных. Из-за этих ограничений в IBM PC использовался процессор 8088, который имел адресное пространство 1 Мбайт, 16-разрядную внутреннюю шину данных, но внешнюю шина данных была 8-разрядной. Благодаря 8-разрядной внешней шине данных и аналогичной системе команд можно было использовать устройства, разработанные ранее для DataMaster.

На этом, как вы понимаете, дело не остановилось. Были изучены потребности рынка, разработчики учли все существовавшие на то время стандарты, выяснили причины их успеха и встроили в IBM PC возможности практически всех популярных тогда систем. Параметры компьютера фактически определялись потребителями, поэтому фирме IBM удалось создать устройство, которое идеально заполнило отведенную ему на рынке нишу.

IBM создала компьютер менее чем за год, максимально внедрив в него имевшиеся разработки и компоненты других производителей. Группе Entry Systems Division была предоставлена большая независимость, чем другим подразделениям: им было разрешено использовать услуги и продукцию других фирм в обход бюрократического правила, предписывающего использовать в разработках только изделия фирмы IBM. Например, языки программирования и операционную систему для IBM PC разрабатывала фирма Microsoft.

Замечание

Интересно, что IBM сначала обратилась к Digital Research, создателю операционной системы CP/M, но те не заинтересовались этим предложением. Тогда за это взялась фирма Microsoft, которая позднее превратилась в крупнейшую в мире компанию — изготовителя программных продуктов. IBM фактически предложила им сотрудничать и поддержать новый компьютер.

12 августа 1981 года с появлением IBM PC в мире микрокомпьютерной индустрии появился новый стандарт. С тех пор были проданы сотни миллионов IBM PC, а на его основе выросло огромное семейство компьютеров и периферийных устройств. Программного обеспечения для этого семейства создано больше, чем для любой другой системы.

Современное состояние рынка IBM-совместимых компьютеров

После появления первого IBM PC прошло больше 17 лет, и за это время, конечно, многое изменилось. Например, IBM-совместимые компьютеры, ранее использующие процессор 8088 с тактовой частотой 4,77 МГц, теперь на основе процессора Pentium II работают с тактовой частотой 300 МГц и выше, быстродействие современных систем выросло более чем в *2000 (!) раз* (имеется в виду общая производительность, а не только тактовая частота). Первый IBM PC имел два односторонних накопителя на гибких дисках емкостью 160 Кбайт и использовал операционную систему DOS 1.0, а современные компьютеры работают с жесткими дисками емкостью в 10 Гбайт и выше. В компьютерной индустрии производительность процессора и емкость дисковых накопителей удваиваются, как правило, каждые 2–3 года.

Еще один важный момент заключается в том, что фирма IBM перестала быть единственным производителем IBM-совместимых компьютеров. Конечно, IBM разработала и продолжает разрабатывать стандарты, которым должны соответствовать совместимые компьютеры, но она уже не является монополистом на рынке. Часто новые стандарты для ПК разрабатывают другие фирмы, а не сама IBM. Сегодня фирма Intel разрабатывает большинство стандартов аппаратного обеспечения, а фирма Microsoft — большинство стандартов программного обеспечения. Именно из-за того, что продукты этих двух компаний доминируют на рынке ПК, сами персональные компьютеры часто называют "Wintel"[1].

Сотни компаний выпускают IBM-совместимые компьютеры, в том числе тысячи производителей электронных компонентов. Все это способствует как расширению рынка, так и улучшению потребительских качеств IBM-совместимых компьютеров.

IBM-совместимые компьютеры столь широко распространены не только потому, что совместимую аппаратуру легко собирать, но и потому, что операционные системы поставляет не IBM, а другие фирмы, например Microsoft. Ядром программного обеспечения компьютера является BIOS (Basic Input Output System — базовая система ввода-вывода), производимая различными компаниями (например, Phoenix, AMI и др.). Многие производители лицензируют программное обеспечение BIOS и операционные системы и продают свои совместимые компьютеры. То обстоятельство, что DOS вобрала в себя все лучшее, что было в системах CP/M и UNIX, сделало ее доступной для большинства существовавших программных продуктов. Успех Windows и OS/2 привел к тому, что разработчики программ все чаще стали создавать свои продукты для IBM-совместимых компьютеров.

Системы Macintosh фирмы Apple никогда не пользовались таким успехом, как IBM-совместимые модели. Это связано с тем, что компания Apple сама распоряжается всем программным обеспечением и не предоставляет его другим фирмам для использования в совместимых компьютерах. С точки зрения пользователей, IBM-совместимые компьютеры гораздо удобнее всех остальных. Конкуренция между производителями привела к тому, что за те же деньги, вложенные в покупку, вы получаете доступ к гораздо более разнообразным программным и дополнительным аппаратным средствам.

Сейчас рынок IBM-совместимых компьютеров продолжает развиваться. При разработке новых моделей используются все более совершенные технологии. Поскольку эти типы компьютерных систем используют самое разнообразное программное обеспечение, по-видимому, в течение ближайших 15–20 лет доминировать на рынке будут IBM-совместимые компьютеры.

---

1 От Windows (семейство операционных систем, главный продукт фирмы Microsoft) и Intel. — *Прим. ред.*

Глава 2

Компоненты PC, его возможности и проектирование систем

В этой главе дается определение "PC" и его типов. Кроме того, приводится краткий обзор компонентов современного PC.

Что такое PC?

Когда я начинаю очередной семинар по аппаратным средствам PC, обычно спрашиваю: "Что такое PC?" Конечно, большинство людей немедленно отвечает, что PC является сокращением слов Personal Computer (персональный компьютер), и это на самом деле так. Большинство людей определяют персональный компьютер как любую маленькую компьютерную систему, приобретаемую и используемую одним человеком. К сожалению, это определение не достаточно точно. Я согласен с тем, что PC — персональный компьютер, но, конечно же, не все персональные компьютеры относятся к типу PC. Например, система Macintosh Apple, несомненно, является персональным компьютером, но я не знаю никого, кто Mac назвал бы PC; в особенности это относится к пользователям Mac! Чтобы отыскать правильное определение PC, необходимо смотреть глубже.

Когда вы называете что-нибудь PC, то при этом подразумеваете, что это "что-нибудь" является чем-то намного более специфическим, чем просто персональный компьютер. Естественно, эта "вещь" как-то связана с первым IBM PC, появившимся в 1981 году. На самом деле, именно IBM изобрела PC, т.е. в этой фирме был разработан и создан первый PC. Однако совершенно очевидно и то, что IBM не изобретала персональный компьютер. (История персональных компьютеров начинается в 1975 году, когда фирма MITS представила Altair.) Кое-кто определил бы PC как любой персональный компьютер, который является "IBM-совместимым". Фактически, уже много лет термин PC используется для обозначения или IBM-совместимых компьютеров или их аналогов (этим, в сущности, воздается должное тому факту, что IBM стояла у колыбели PC).

Действительность состоит в том, что, хотя сотрудники IBM разработали и создали в 1981 году первый PC, а фирма IBM управляла разработкой и совершенствовала стандарт PC в течение нескольких лет, тем не менее в настоящее время IBM не контролирует стандарт PC. IBM потеряла контроль над стандартом PC в 1987, когда представила свою линейку продуктов PS/2. С этого времени другие компании, производящие PC, начали буквально копировать систему IBM вплоть до чипов, соединителей и форм-факторов плат, а IBM отказалась от многих стандартов, которые первоначально создала. Именно поэтому я стараюсь воздерживаться от использования термина "IBM-совместимый", когда говорю о PC.

Если PC больше не IBM-совместимый, то, что же это? Правильнее вопрос поставить так: кто сегодня осуществляет контроль над стандартом PC? А еще лучше разбить этот вопрос на две части и выяснить, во-первых, кто определяет стандарты в индустрии программного обеспечения для PC, и, во-вторых, кто определяет стандарты в индустрии аппаратных средств PC.

Кто определяет стандарты в индустрии программного обеспечения для PC?

Большинство людей даже не задумываются, когда я задаю этот вопрос на моих семинарах; они немедленно отвечают: "Microsoft!" Я не думаю, что имеются какие-либо основания не соглашаться с таким ответом. Несомненно, сегодня Microsoft удерживает контроль над разработкой операционных систем, используемых на PC; ведь первоначально в большинстве PC использовалась MS-DOS, а теперь — Windows 95/98 или Windows NT. Контроль над разработкой операционных систем Microsoft использовала как рычаг, который позволял контролировать разработку других типов программного обеспечения PC (например, утилит и приложений). Так, многие утилиты (например, такие как кэширование диска, сжатие дисков, дефрагментация, калькуляторы и записные книжки), которые первоначально предлагались независимыми компаниями, теперь включены в Windows. Microsoft даже обеспечила в операционной системе средства автоматизации установки приложений, подобных Web-броузерам, что не на шутку испугало конкурентов, создающих аналогичные программы. Microsoft еще больше усилила свой контроль над операционными системами, интегрировав программное обеспечение для работы с сетями и пакеты программ-приложений в операционную систему более тесно, чем другие компании. Именно поэтому теперь Microsoft доминирует на рынке программ для PC, эта фирма предлагает самые разнообразные программы — от текстовых процессоров до электронных таблиц и систем управления базами данных.

Когда появились первые PC, фирма IBM контролировала стандарты аппаратных средств PC, и именно она привлекала Microsoft для разработки большей части программного обеспечения для PC. IBM разрабатывала аппаратные средства, записывала BIOS (Basic Input Output System — базовая система ввода-вывода), и привлекала Microsoft для разработки DOS (Disk Operating System — дисковая операционная система) и нескольких других программ и утилит для IBM. Однако IBM не сумела обеспечить себе исключительные права на DOS, закрепив за собой право продажи или какое-нибудь другое исключительное лицензионное соглашение. (Позже это рассматривалось как самая дорогостоящая ошибка в истории бизнеса.) Вместо этого, IBM в патенте признала права Microsoft, что впоследствии позволило Microsoft продавать код MS-DOS, разработанный для IBM, любой другой заинтересованной компании. Именно эта ошибка в договоре превратила Microsoft в доминирующую компанию на рынке программного обеспечения, и именно из-за этой ошибки впоследствии IBM потеряла контроль над тем самым стандартом PC, который она создала.

Причина потери контроля IBM над этим стандартом состоит в том, что программное обеспечение можно защитить авторскими правами, а авторские права на аппаратные средства могут быть защищены только в соответствии с патентами, что связано с трудностями и требует значительного времени (причем срок действия патента истекает через 17 лет). Кроме того, для получения патента требуется, чтобы разработанная аппаратура была уникальной и новой, а IBM в своих разработках PC опиралась на ранее существовавшие элементы, которые мог приобрести любой радиолюбитель! Фактически большинство важных элементов для первого PC было разработано в фирме Intel, например, таких как процессор 8088, генератор синхронизирующих импульсов 8284, таймер 8253/54, контроллер прерываний 8259, контроллер прямого доступа к памяти 8237, периферийный интерфейс 8255 и контроллер шины 8288. Эти чипы составляли основу первого PC.

Поскольку проект первого PC нельзя было запатентовать, любая компания могла дублировать аппаратные средства IBM PC. Нужно было лишь приобрести те же самые чипы у тех же самых производителей и поставщиков, что и IBM, и разработать новую системную плату с аналогичной схемой. Чтобы помочь в этом, IBM даже издала полный набор схем своих системных плат и всех своих плат адаптеров в очень детализированном и легко доступном техническом руководстве. У меня есть несколько этих первых руководств IBM и я все еще заглядываю в них время от времени, когда хочу узнать что-нибудь об особенностях PC на уровне элементов.

Труднее всего было скопировать программное обеспечение (имеется в виду программное обеспечение IBM PC), которое было защищено в соответствии с законом об авторском праве. Phoenix Software — одна из первых фирм, разработавших законные методы решения этой проблемы: оказывается, в соответствии с законом можно разработать (но не скопировать!) программы, которые функционально дублируют программное обеспечение, например такое, как базовая система ввода-вывода (BIOS). Они наняли две группы инженеров по разработке программного обеспечения, причем особенно тщательно следили, чтобы вторая группа состояла только из людей, которые никогда не видели код базовой системы ввода-вывода, разработанный фирмой IBM. Первая группа исследовала базовую систему ввода-вывода, разработанную фирмой IBM, и полное описание BIOS. Вторая группа читала описание, составленное первой группой, и намеренно с самого начала кодировала новую базовую систему ввода-вывода, которая делала все то, что было описано в спецификации, составленной первой группой. Конечным результатом стала новая базовая система ввода-вывода, написанная с самого начала с кодом, хотя и не идентичным коду IBM, но имевшим точно такие же функциональные возможности.

Phoenix назвала это подходом "clean room" ("начать с чистого участка памяти"), и этот подход позволяет выходить из любого допустимого положения. Так как первоначальная базовая система ввода-вывода PC IBM содержала только 8 Кбайт кода и имела ограниченные функциональные возможности, дублирование ее с помощью вышеуказанного подхода не составляло особого труда. По мере изменения базовой системы ввода-вывода IBM, другие компании, разрабатывавшие базовые системы ввода-вывода, обнаружили, что относительно несложно своевременно вносить изменения, соответствующие изменения IBM. Команды теста POST (Power-On Self Test), являющегося частью базовой системы ввода-вывода, в большинстве базовых систем ввода-вывода даже сегодня занимают приблизительно 32 Кбайт. Сегодня не только Phoenix, но и такие компании, как Award, AMI, и Microid Research, производят программное обеспечение базовой системы ввода-вывода для производителей компьютеров PC.

После дублирования аппаратных средств и базовой системы ввода-вывода IBM PC, осталось только воссоздать DOS, чтобы полностью воспроизвести систему, совместимую с IBM. Однако задача проектирования DOS "с чистого участка памяти" была намного сложнее, потому что DOS намного больше базовой системы ввода-вывода и содержит куда больше программ и функций. Кроме того, операционная система развивалась и изменялась чаще, чем базовая система ввода-вывода. Это означает, что единственный способ получить DOS для IBM-совместимого компьютера состоял в том, чтобы получить права на его использование. Вот здесь и появляется Microsoft. Как вы помните, IBM не заставила Microsoft подписать исключительное лицензионное соглашение, и поэтому Microsoft могла продавать DOS любому пользователю. И благодаря лицензии на копирование MS-DOS было преодолено последнее препятствие на пути создания IBM-совместимых компьютеров, которые теперь можно было производить независимо от желания IBM.

Теперь мы понимаем, почему нет никаких клонов или аналогов системы Macintosh Apple. Не потому, что компьютеры Mac нельзя продублировать; аппаратные средства Mac довольно просты и их легко можно воспроизвести, используя имеющиеся в наличии детали. Реальная проблема состоит в том, что Apple обладает MAC OS, и эта компания решила не позволять никакой другой компании продавать Apple-совместимые системы. Кроме того, базовая система ввода-вывода и OS очень сильно интегрированы в Mac; эта базовая система ввода-вывода очень большая, сложная и, по существу, является частью OS. Поэтому метод "чистого участка памяти" практически не позволяет продублировать ни базовую систему ввода-вывода, ни OS, так что без их благословения (получения разрешения), вероятность появления каких бы то ни было аналогов Mac очень мала.

Поскольку IBM не обладала исключительным (поскольку оно принадлежало также и Microsoft) правом на DOS (или Windows), любой пользователь, желавший установить на своем компьютере MS-DOS или Windows, мог получить разрешение от Microsoft. Это позволило любой компании, желавшей разработать IBM-совместимый компьютер, обойти IBM и произ-

водить функционально идентичную машину, нравилось это IBM или нет. Когда одна компания контролирует рынок операционных систем, то она естественным образом контролирует рынок всего программного обеспечения, работающего под управлением этой операционной системы, включая всевозможные драйверы и прикладные программы. И пока мы будем использовать PC с операционными системами фирмы Microsoft, эта фирма будет контролировать рынок программного обеспечения для PC.

Кто контролирует рынок аппаратных средств PC?

Теперь, когда мы поняли, что Microsoft контролирует рынок программного обеспечения для PC благодаря тому, что эта фирма получила права на операционную систему PC, давайте разберемся, что можно сказать об аппаратных средствах. Легко видеть, что IBM имела контроль над стандартом аппаратных средств PC до 1987 года. Именно IBM разработала основной проект системной платы PC, архитектуру слота шины расширения (8/16-разрядная шина ISA), последовательный и параллельный порты, видеоплаты стандартов VGA и XGA, интерфейс гибких и жестких дисков, контроллеры, блок питания, интерфейс клавиатуры, интерфейс мыши и даже физические форм-факторы всех устройств — от системной платы до плат расширения, источников питания и системного блока. Все они, разработанные фирмой IBM до 1987 года, все еще продолжают влиять на возможности современных систем.

Но важнее всего ответить на вопрос: "Какая компания ответственна за создание и изобретение новых проектов аппаратных средств PC, интерфейсов и стандартов?" Когда я задаю этот вопрос, как правило, не получаю точного ответа, — некоторые люди указывают на Microsoft (но эта компания контролирует рынок программного обеспечения, а не аппаратных средств), некоторые называют Compaq или несколько других имен крупных производителей компьютеров, и только немногие дают правильный ответ — Intel.

Я знаю, почему многие люди не сразу понимают суть вопроса, ведь я спрашиваю, кто фактически обладает Intel PC? Нет, я имею в виду не только те компьютеры, на которых написано "Intel inside" ("Intel внутри") это ведь относится только к системам, имеющим процессор Intel, но я имею в виду системы, которые были разработаны и собраны с помощью комплектующих Intel или даже приобретены через эту фирму. Хотите, верьте, хотите, нет, но я считаю, что большинство пользователей сегодня *имеет* Intel PC!

Конечно, это не означает, что они приобрели их системы у Intel, потому что известно, что Intel не продает полностью собранных PC. В настоящее время вы не можете ни заказать системный блок у Intel, ни приобрести компьютер марки Intel у кого бы то ни было. Когда я говорю обо всем этом, я имею в виду системные платы. По моему мнению, из всех частей самая важная — это системная плата, и поэтому производитель системной платы должен быть признан законным производителем вашей системы.

Самые крупные фирмы — сборщики компьютеров разработали свои собственные системные платы. В соответствии с материалами журнала *Computer Reseller News*, фирмы Compaq, Packard Bell и IBM — три наиболее крупных производителя настольных компьютеров в последние годы. Эти компании разрабатывают и производят их собственные системные платы, а также многие другие компоненты системы. Они даже разрабатывают чипы и компоненты системной логики для их собственных плат. Хотя рынок сбыта этих трех компаний большой, есть еще более крупный сегмент рынка, который можно назвать рынком компаний второго уровня.

На втором уровне находятся компании, которые в действительности не производят системы, а собирают их. То есть, они приобретают системные платы, корпуса, источники питания, дисководы, периферийные устройства и др., собирают компьютеры и продают их как готовые изделия. Сегодня Dell, Gateway и Micron — одни из самых крупных сборщиков систем, но, помимо них, можно перечислить еще сотни. В настоящее время это самый большой сегмент на рынке PC. Конечно, за исключением очень немногих случаев, можно приобрести те же самые системные платы и другие компоненты, используемые этими производителями, но роз-

ничная их цена, несомненно, будет выше. Можно даже самому собрать фактически идентичную систему с самого начала, но это — история для другой главы.

Если Gateway, Dell, Micron и другие компании не производят своих собственных системных плат, то, кто же это делает? Вы угадали — этим занимается Intel. Не только эти конкретные компании используют практически исключительно системные платы Intel, но *большинство* компьютеров на рынке второго уровня собраны на основе системных плат Intel. Я буквально только что просмотрел обзор десяти компьютеров с микропроцессором Pentium II в очередном номере журнала *Computer Shopper*, и, я не шучу, восемь из 10 систем, которые оценивались в этом обзоре, имели системные платы Intel. Точнее, в этих восьми использовался *один и тот же тип* системной платы Intel. Это означает, что эти системы отличаются только косметически, деталями внешней сборки, корпусами и тем, какие видеоплаты, дисководы, клавиатуры и так далее использовал сборщик.

В двух других компьютерах, о которых рассказывалось в этом обзоре, хотя и использовались платы других производителей (не Intel), но даже они были рассчитаны на использование процессоров Intel Pentium II и в них были установлены микросхемы системной логики (чипсеты) Intel (их стоимость составляет более чем 90 % стоимости системной платы).

Как и когда это случилось? Конечно, Intel всегда была доминирующим поставщиком процессоров для PC, так как IBM выбрала Intel 8088 в качестве центрального процессора в первом IBM PC в 1981 году. Контролируя рынок процессоров, эта компания, естественно, контролировала и рынок чипов, необходимых для установки процессоров в компьютеры. А это, естественно, позволило Intel контролировать рынок микросхем системной логики. Эта компания начала их продавать в 1989 году, когда появилась микросхема системной логики 82350 EISA (Extended Industry Standard Architecture — расширенная архитектура промышленного стандарта), и к 1993 году стала самым большим (по объему) и самым основным поставщиком микросхем системной логики для системных плат. Но тогда, почему бы компании, производящей процессор, и все другие чипы, необходимые для системной платы, не устранить все промежуточные звенья и не производить также системные платы целиком? Такой поворотный момент наступил в 1994 году, когда Intel стала самым крупным в мире производителем системных плат. С тех пор эта фирма контролирует рынок системных плат: в 1996 году Intel произвела больше системных плат, чем пять других, самых больших производителей системных плат *вместе взятых* (объем сбыта превысил 20 миллионов плат, а их стоимость — 2 миллиарда долларов!). Эти платы устанавливаются в компьютерах PC различными сборщиками, поэтому большинство пользователей теперь покупает компьютеры, по сути, произведенные фирмой Intel, и не важно, кто фактически завинчивал винты в корпусе.

Без сомнения, Intel осуществляет контроль над стандартом аппаратных средств PC, потому что эта компания контролирует рынок системных плат PC. Она не только выпускает подавляющее большинство системных плат, используемых в настоящее время в компьютерах, но и поставляет подавляющее большинство процессоров и микросхем системной логики для системных плат другим производителям системных плат. Это означает, что, даже если ваша системная плата фактически изготовлена не в фирме Intel, вероятнее всего, на ней установлен процессор Intel или микросхема системной логики этой фирмы.

Фирма Intel установила несколько современных стандартов аппаратных средств PC. Именно Intel первоначально создала интерфейс локальной шины PCI (Peripheral Component Interconnect) и новый интерфейс AGP (Accelerated Graphics Port — ускоренный графический порт) для высокоэффективных видеоплат. Intel разработала форм-фактор ATX системной платы, который заменяет (несколько надоевший) разработанный IBM форм-фактор Baby-AT, используемый с начала 80-х годов. Intel также создала форм-фактор системной платы NLX, заменивших несколько специфичный и обладающий рядом недостатков форм-фактор LPX, используемый во многих недорогих компьютерах. Благодаря таким изменениям теперь эти компьютеры тоже можно модернизировать. Intel также создала DMI (Desktop Management Interface — настольный интерфейс

управления), используемый для выполнения функций управления аппаратными средствами системы, и стандарты управления потреблением мощности в PC: DPMA (Dynamic Power Management Architecture — динамическая архитектура управления питанием) и APM (Advanced Power Management — усовершенствованное управление питанием).

Именно Intel начала усовершенствование микросхем системной логики в системных платах для поддержки новых типов памяти (таких как EDO (Extended Data Out), SDRAM (Synchronous Dynamic RAM — синхронная динамическая оперативная память) и RDRAM (Rambus Dynamic RAM — Динамическая оперативная память Rambus)), новых и более быстрых интерфейсов шины, а также более быстрого доступа к памяти. Intel также контролирует рынок переносных компьютеров, предлагая специальные процессоры малой мощности, микросхемы системной логики и сменные модули (объединяющие процессор и набор микросхем системной логики на дочерней плате), которые призваны упростить проектирование переносных систем, расширить функциональные возможности и повысить эффективность.

Intel точно так же контролирует стандарты аппаратных средств PC, как Microsoft контролирует стандарты программного обеспечения PC.

Кому принадлежит контроль над рынком операционных систем, тому принадлежит контроль над рынком программного обеспечения PC, а кому принадлежит контроль над рынком процессоров и следовательно, системных плат, тому принадлежит контроль над рынком аппаратных средств. Поскольку сегодня, кажется, комбинации Microsoft и Intel принадлежит контроль над рынком программного обеспечения и оборудования PC, то неудивительно, что современный PC часто называется системой типа Wintel.

Спецификации PC 9x

Хотя Intel полностью контролирует рынок аппаратных средств PC, Microsoft также контролирует рынок PC, предлагая перспективные операционные системы и серию документов, называемых "PC 9x Design Guides" — набор стандартных спецификаций, предназначенных для разработчиков аппаратных средств и программного обеспечения, создающих изделия (и программы) для работы с Windows. Требования в этих руководствах — часть требований к изделиям с логотипом "Designed for Windows" ("Разработаны для Windows"). Другими словами, если вы производите аппаратные средства или программный продукт, и хотите украсить вашу коробку официальной эмблемой "Designed for Windows", ваше изделие (программа) должно удовлетворять минимальным требованиям PC 9x.

Ниже приведен список выпущенных Microsoft документов.

- *Hardware Design Guide for Microsoft Windows 95* (Руководство разработчика аппаратных средств для Microsoft Windows 95).
- *Hardware Design Guide Supplement for PC 95* (Добавление к руководству разработчика аппаратных средств PC 95).
- *PC 97 Hardware Design Guide* (Руководство разработчика аппаратных средств для PC 97).
- *PC 98 System Design Guide* (Руководство системного разработчика по PC 98).
- *PC 99 System Design Guide* (Руководство системного разработчика по PC 99).

Все эти руководства можно загрузить с Web-сервера фирмы Microsoft; издательство Microsoft Press опубликовало их в виде отдельных книг.

В этих системных руководствах представлена информация для инженеров, проектирующих персональные компьютеры, платы расширения и периферийные устройства, которые будут использоваться с операционными системами Windows 95, 98 и NT. Требования и рекомендации по разработке PC в этих руководствах являются тем базисом, на котором построены требования для получения эмблемы "Designed for Microsoft Windows" для аппаратных средств, спонсором которой выступает Microsoft.

В этих руководствах приведены требования к системам базисного уровня (настольным и переносным), рабочим станциям и даже к PC для развлечений. В них также рассмотрены конфигурирование устройств Plug and Play и управление питанием в компьютерах PC, требования к универсальной последовательной шине (USB) и IEEE 1394 (ИИЭРА 1394) и к новым устройствам, поддерживаемым операционной системой Windows, включая новые возможности графических и видеоустройств, DVD, сканеров, цифровых камер и др.

Мы можем классифицировать PC по нескольким (вообще говоря, большому числу) различным категориям. Я предпочитаю классифицировать PC двумя различными способами — по типу программного обеспечения, которое они могут выполнять, и по типу главной шины системной платы компьютера, т. е. по типу шины процессора и ее разрядности. Поскольку в этой книге внимание концентрируется главным образом на аппаратных средствах, сначала давайте рассмотрим именно такую классификацию.

Процессор считывает данные, поступающие через внешнюю соединительную шину данных процессора. Шина данных процессора непосредственно соединена с главной шиной процессора на системной плате. Шина данных процессора (или главная шина) также иногда называется локальной шиной, поскольку она локальна для процессора, который соединен непосредственно с ней. Любые другие устройства, соединенные с главной шиной, по существу, могут использоваться так, как если бы они были непосредственно соединены с процессором. Если процессор имеет 32-разрядную шину данных, то главная шина процессора на системной плате также должна быть 32-разрядной. Это означает, что система может пересылать в процессор или из процессора за один цикл 32 разряда (бита) данных.

У процессоров различных типов разрядность шины данных различна, причем разрядность главной шины процессора на системной плате должна совпадать с разрядностью устанавливаемых процессоров. В табл. 2.1 перечислены все процессоры, выпускаемые фирмой Intel, и указана разрядность их шины данных.

Таблица 2.1 Процессоры Intel и разрядность их шины данных

Процессор	Разрядность шины данных
8088	8
8086	16
286	16
386SX	16
386SL	16
386DX	32
486SX	32
486SX2	32
487SX	32
486DX	32
486DX2	32
486DX4	32
486Pentium OD	32
Pentium 60/66	64
Pentium 75-200	64
Pentium MMX	64
Pentium Pro	64
Pentium II	64

Говоря о разрядности процессоров, следует обратить внимание на тот факт, что, хотя все процессоры Pentium имеют 64-разрядную шину данных, разрядность их внутренних регистров равна только 32 битам, и они выполняют 32-разрядные команды. Таким образом, с точки зрения программного обеспечения, все чипы от 386 до Pentium II имеют 32-разрядные регистры и выполняют 32-разрядные инструкции. Однако, с точки зрения инженера-электронщика или физика, разрядность шины данных этих процессоров, работающих с 32-разрядным программным обеспечением, равна 16 (386SX), 32 (386DX, 486) и 64 разрядам (Pentium). Разрядность шины данных — главный фактор при проектировании системных плат и систем памяти, поскольку она определяет, сколько битов передаются в чип и из чипа за один цикл.

Разрабатываемый процессор P7, имеющий кодовое название Merced, будет иметь новую 64-разрядную систему команд, но по-прежнему будет выполнять все те 32-разрядные команды, которые выполняют обычные процессоры — от 386 до Pentium. Еще не известно, будет ли Merced иметь 64-разрядную шину данных подобно Pentium или же у него будет 128-разрядная шина данных.

В табл. 2.1 указано, что все системы на основе 486-го процессора имеют 32-разрядную шину процессора, поэтому разрядность главной шины процессора у всех системных плат для 486-х процессоров равна 32. Разрядность шины данных у всех процессоров Pentium, — и у первоначального Pentium, и у Pentium MMX, и у Pentium Pro и даже у Pentium II, — равна 64, поэтому разрядность главной шины процессора у системных плат для Pentium также равна 64. Нельзя установить 64-разрядный процессор на 32-разрядную системную плату, поэтому на системные платы для 486-го процессора нельзя установить настоящий процессор Pentium.

На основании аппаратных средств можно выделить следующие категории систем:

- 8-разрядные;
- 16-разрядные;
- 32-разрядные;
- 64-разрядные.

С точки зрения разработчика, если не принимать во внимание разрядность шины, архитектура всех систем, начиная от 16-разрядных и до 64-разрядных, в основе своей практически не изменялась. Более старые, 8-разрядные, системы существенно отличаются. Можно выделить два основных типа систем, или два *класса* аппаратных средств:

- 8-разрядные системы (класс PC/XT);
- 16/32/64-разрядные системы (класс AT).

Здесь *PC* — это аббревиатура, образованная от *personal computer* (*персональный компьютер*), *XT* — *eXTended PC* (*расширенный PC*), а *AT* — *advanced technology PC* (*усовершенствованная технология PC*). Термины *PC*, *XT* и *AT*, используемые в этой книге, взяты из названий первоначальных систем IBM. Компьютер XT — это практически тот же компьютер PC, но в нем в дополнение к дисководу для гибких дискет, который использовался в базисном компьютере PC, для хранения информации был установлен жесткий диск. В этих компьютерах использовались 8-разрядные процессоры 8088 и 8-разрядная шина ISA (Industry Standard Architecture — архитектура промышленного стандарта) для расширения системы. *Шина* — имя, данное слотам расширения, в которые можно установить дополнительные сменные платы. 8-разрядной шина ISA называется потому, что в системах класса PC/XT через нее можно отправлять или получать только 8 битов данных за один цикл. Данные в 8-разрядной шине отправляются одновременно по восьми параллельным проводам.

Компьютеры, в которых разрядность шины равна 16 или больше, называются компьютерами класса AT, причем слово Advanced указывает, что их стандарты усовершенствованы по сравнению с базисным проектом, и эти усовершенствования впервые были осуществлены в компьютере IBM AT.

AT — обозначение, которое фирма IBM применяла для компьютеров, в которых использовались усовершенствованные слоты расширения и процессоры (сначала 16-разрядные, а позже 32- и 64-разрядные). В компьютер класса AT можно установить любой процессор, который совместим с Intel 286 или более старшей моделью процессоров (включая процессоры 386, 486, Pentium, Pentium Pro и Pentium II), причем разрядность системной шины должна быть равна 16 или больше. При проектировании систем самым важным фактором является архитектура системной шины наряду с базисной архитектурой памяти, реализацией запросов прерывания (Interrupt ReQuest — IRQ), прямого доступа к памяти (Direct Memory Access — DMA) и распределением адресов портов ввода-вывода. Способы распределения и функционирования этих ресурсов у всех компьютеров класса AT похожи.

В первых компьютерах AT использовался 16-разрядный вариант шины ISA, который расширил возможности первоначальной 8-разрядной шины ISA, применявшейся в компьютерах класса PC/XT. Со временем для компьютеров AT было разработано несколько версий системной шины и слотов расширения, например:

- 16-разрядная шина ISA;
- 16/32-разрядная шина EISA (Extended ISA);
- 16/32-разрядная PS/2 шина MCA (Micro Channel Architecture);
- 16-разрядная шина PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association), она же PC-Card;
- 32-разрядная шина PCMCIA, она же Cardbus;
- 32-разрядная шина VL-Bus (VESA Local Bus);
- 32/64-разрядная шина PCI (Peripheral Component Interconnect);
- графический порт AGP (Accelerated Graphics Port).

Компьютер с любой из упомянутых системных шин по определению относится к классу AT, независимо от того, установлен в нем процессор Intel или совместимый с ним процессор. Однако компьютеры AT с процессором 386 и выше обладают возможностями, которых нет в компьютерах AT первого поколения с процессором 286 (имеются в виду возможности адресации памяти, ее перераспределения и организации 32- и 64-разрядного доступа к данным). Большинство компьютеров с процессором 386DX и выше имеет 32-разрядную шину, что позволяет использовать все возможности передачи данных по 32-разрядной шине.

Эти и другие шины подробно описаны в главе 4, там же приведены и их технические характеристики: разводки контактов, тактовые частоты, разрядности, принципы работы и т.д.

Основные различия между стандартами компьютеров классов PC/XT и AT приведены в табл. 2.2. Эта информация относится ко всем IBM-совместимым моделям.

Таблица 2.2. Различия между компьютерами классов PC/XT и AT

Параметр компьютера	Класс PC/XT (8-разрядный)	Класс AT (16/32/64-разрядный)
Поддерживаемый тип процессора	x86 или x88	286 или выше
Режим процессора	Реальный	Реальный или защищенный (виртуальный на процессорах 386 и выше)
Поддерживаемое программное обеспечение	Только 16-разрядное	16 или 32-разрядное

Окончание табл. 2.2

Параметр компьютера	Класс PC/XT (8-разрядный)	Класс AT (16/32/64-разрядный)
Разрядность шин (слотов) расширения	8	16/32/64
Тип шин	Только ISA	ISA, EISA, MCA, PC-Card, Cardbus, VL-Bus, PCI
Аппаратные прерывания	8 (используются 6)	16 (используются 11)
Каналы ПДП (DMA)	4 (используются 3)	8 (используются 7)
Максимальный объем ОЗУ	1 Мбайт	16 Мбайт или 4 Гбайт и более
Скорость передачи данных (быстродействие) контроллера гибкого диска, Кбит/с	250	250/300/500/1000
Стандартный загрузочный накопитель	360 или 720 Кбайт	1,2 / 1,44 / 2,88 Мбайт
Интерфейс клавиатуры	Однонаправленный	Двунаправленный
Стандарт на CMOS-память/часы	Отсутствует	MC146818
Тип последовательных портов UART	8250B	16450/16550A

Определить 8-разрядный компьютер PC/XT проще всего по 8-разрядным слотам ISA. Какие бы процессор или другие компоненты ни были установлены в системе, если все слоты расширения являются 8-разрядными ISA, значит, система относится к классу PC/XT. Компьютер класса AT можно определить как IBM-совместимый компьютер с 16-разрядными или выше (32/64-разрядными) слотами. Это могут быть слоты ISA EISA, MCA, PC-Card (называвшиеся раньше PCMCIA), Cardbus, VL-Bus или PCI.

Используя эту информацию, вы сможете правильно определить класс фактически любой системы, будь то PC/XT или AT. В действительности, системы класса PC/XT (8-разрядные) уже много лет не выпускаются. Фактически любая современная система основывается на проекте класса AT.

Компоненты системы

Современный PC является и простым, и сложным. Он стал проще, так как за минувшие годы многие из компонентов, используемых для сборки системы, были интегрированы с другими компонентами, и поэтому количество частей уменьшилось. Он стал сложнее, так как каждая часть в современной системе выполняет намного больше функций, чем части тех же самых типов в более старых системах.

Теперь давайте перечислим все компоненты, которые должны содержаться в современном компьютере PC. Каждый из этих компонентов будет описан более подробно в последующих главах.

Компоненты, необходимые для сборки современной базисной системы PC:

- системная плата;
- процессор;

- память (оперативная память);
- корпус;
- блок питания;
- дисковод для гибких дискет;
- жесткий диск;
- дисковод CD-ROM;
- клавиатура;
- мышь;
- видеоплата;
- монитор (дисплей);
- звуковая плата;
- динамик.

Системная плата

Системная плата[1] — ядро системы. Это действительно главная деталь PC — все остальное соединено с ней, и именно она управляет всеми устройствами в системе. Системные платы бывают нескольких различных форм-факторов. Системная плата обычно содержит следующие компоненты:

- гнездо процессора (или слот);
- преобразователи напряжения питания процессора;
- набор микросхем системной логики (чипсет) системной платы;
- кэш 2-го уровня (кэш L2, Level 2 cache);
- гнезда памяти SIMM или DIMM;
- слоты шины;
- ПЗУ BIOS (ROM BIOS);
- батарею для питания часов и CMOS;
- чип ввода-вывода.

Набор микросхем системной логики (чипсет) содержит все схемы, которые составляют системную плату, в сущности — набор микросхем системной логики (чипсет) и есть системная плата. Набор микросхем системной логики (чипсет) управляет центральным процессором, шиной процессора, кэшэм L2, оперативной памятью, шиной PCI (Peripheral Component Interconnect), шиной ISA (Industry Standard Architecture), ресурсами системы, да и всем остальным. Процессор представляет собой двигатель системы, а набор микросхем системной логики (чипсет) — блок, в который этот двигатель установлен. Набор микросхем системной логики (чипсет) также определяет первичные возможности и спецификации системной платы, включая поддерживаемые в системе типы процессоров, памяти, плат расширения, дисководов и т.д.

ROM BIOS содержит программу начального тестирования POST (Power-On Self Test), программу начальной загрузки (которая загружает операционную систему), драйверы устройств, встроенных в плату (фактический код базовой системы ввода-вывода), и, как правило, программу установки параметров системы (часто называемых установками (или параметрами) CMOS, BIOS или базовой системы ввода-вывода) для конфигурирования системы. Системные платы подробно рассматриваются в главе 4.

---

[1] Эта плата также называется объединительной (она объединяет все компоненты в единую систему), или материнской. — *Прим. ред.*

Процессор

Процессор — это "двигатель" компьютера. Его также называют центральным процессором, или CPU (Central Processing Unit), это — самый важный чип в системе, поскольку именно данная электронная схема выполняет команды программного обеспечения. Современные процессоры содержат буквально миллионы транзисторов, которые выгравированы на крошечном квадратике кристалла кремния, его размер примерно равен размеру ногтя на большом пальце руки. В большинстве компьютеров процессор (одна из самых маленьких частей) является одной из наиболее дорогих частей. В современных системах стоимость процессора превышает стоимость системной платы, на которую он установлен, в два, а то и в десять раз.

О микропроцессорах подробно рассказано в главе 3.

Оперативная память

Память системы часто называется оперативной памятью, или памятью с произвольным доступом. Это — первичная память, в которую записываются все программы и данные, используемые процессором во время обработки. Для хранения данных в оперативной памяти требуется непрерывно подавать электропитание: при выключении компьютера все содержимое оперативной памяти стирается, а при включении компьютера все программы и данные снова загружаются в оперативную память, чтобы процессор мог их обрабатывать. Программы начальной загрузки загружаются в процессор из памяти специального типа, называемой ПЗУ (Постоянное запоминающее устройство), содержимое которого не может быть стерто при обычном выключении компьютера. В ПЗУ записаны команды, позволяющие загрузить операционную систему и другие программы из одного из дисководов в оперативную память. Более новые операционные системы позволяют нескольким программам выполняться в одно и то же время, причем каждая программа (или файл данных) загружается в отведенную ей часть памяти. Вообще говоря, чем больше объем памяти системы, тем большее количество программ можно выполнять одновременно.

В современном компьютере модули памяти обычно относятся к одному из двух типов: SIMM (Single Inline Memory Module — одиночный встроенный модуль памяти) или DIMM (Dual Inline Memory Module — двойной встроенный модуль памяти). Раньше модули памяти стоили очень дорого, но теперь цены снизились, и поэтому стоимость памяти по сравнению со стоимостью других частей системы значительно меньше. Но даже сейчас рекомендуется для компьютера выбирать такой объем памяти, чтобы его стоимость была равна (или превышала) стоимость системной платы данной системы.

О памяти речь пойдет в главе 5.

Корпус

Корпус — это кожух, внутри которого размещается системная плата, источник питания, дисководы, платы адаптеров и любые другие физические компоненты системы. Имеются несколько различных стилей выполнения корпусов — от маленьких и тонких, которые устанавливаются горизонтально на рабочем столе, и до огромных (башенного типа), которые устанавливаются вертикально на рабочем столе или даже на полу, причем некоторые разработаны так, чтобы их можно было устанавливать в специальные стойки в заводских цехах. Кроме этих различий, корпуса отличаются форм-факторами устанавливаемых в них системных плат и источниками питания. Некоторые корпуса разработаны так, чтобы упростить установку или удаление компонентов; например, одни корпуса спроектированы так, что при сборке и разборке не требуется ничего привинчивать или отвинчивать, а в других предусмотрены открывающиеся боковые панели или лотки для упрощения доступа к системной плате, а третьи корпуса рассчитаны на установку сменных отсеков, что позволяет легко заменять дисководы, и т.д. В некоторых корпусах устанавливаются дополнительные вентиляторы охлаждения для сверхмощных систем, причем иногда в них устанавливаются даже фильтры воздуха, чтобы

гарантировать, что внутри все будет чистым и туда не попадет пыль. В большинстве корпусов предустановлен источник питания, однако можно приобрести пустой корпус и источники питания отдельно.

Корпуса подробно рассмотрены в главе 6.

Источники питания

От источника питания электрическое напряжение подается к каждому отдельному компоненту PC. Хотя без электричества ничто не работает, однако источник питания как таковой менее всего привлекает внимание пользователя, и зачастую ему уделяется недостаточное внимание. К сожалению, это приводит к тому, что при выборе компонентов системы на нем пытаются сэкономить. Основное назначение источника питания — преобразовывать напряжение переменного тока (110 В или 220 В) в напряжение, требуемое для работы различных компонентов компьютера (3,3 В, 5 В и 12 В).

Источники питания подробно рассмотрены в главе 6.

Дисковод гибких дисков

Дисковод для гибких дискет прост, недорог, имеет низкую пропускную способность и позволяет использовать сменный магнитный носитель. В течение многих лет гибкие диски были самыми лучшими носителями для распространения программного обеспечения и хранения резервной копии системы. С появлением дисководов CD-ROM и DVD-ROM в качестве носителей дистрибутивных копий и носителей, с которых выполняется загрузка нового программного обеспечения в систему, а также недорогих лентопротяжек большой емкости для хранения резервных копий, дисковод для гибких дискет не часто используется в современных системах, он применяется разве что при сборке системы и установке программ, когда дисковод CD-ROM еще не подключен, или при техническом обслуживании компьютера. Поскольку дисковод для гибких дискет — первое устройство, с которого пытается загружаться PC, он все еще используется для начальной загрузки программного обеспечения, установки операционных систем, а также для загрузки основных диагностических программ аппаратуры. Благодаря некоторым недавним технологическим достижениям удалось создать новые типы дисководов для гибких дискет емкостью 120 Мбайт и больше, и такие дисководы можно использовать для хранения временных резервных копий и копирования файлов с одного компьютера на другой.

Дисководы гибких дисков подробно рассмотрены в главе 12.

Дисковод жестких дисков

Жесткий диск — самый главный внешний носитель информации в системе. На нем хранятся все программы и данные, которые в настоящий момент не находятся в оперативной памяти. Накопитель на жестких дисках часто просто называется жестким диском, потому что он состоит из вращающихся алюминиевых или керамических жестких дисков, которые покрыты слоем ферромагнетика. Размеры жестких дисков могут быть разные, и емкость памяти дисковода жестких дисков зависит от плотности, размеров и количества жестких дисков. В большинстве настольных компьютеров сегодня используются дисководы с жесткими дисками, рассчитанными на форм-фактор 3,5 дюйма, в то время как в большинстве портативных компьютеров (в лэптопах и ноутбуках) используются дисководы жестких дисков с форм-фактором 2,5 дюйма.

Дисководы жестких дисков подробно рассмотрены в главе 12.

Дисковод CD-ROM

Дисководы CD-ROM (Compact Disc — компакт-диск) и DVD-ROM (Digital Versatile Disc — цифровой универсальный диск) — запоминающие устройства относительно большой емкости, со сменными носителями с оптической записью информации. Первоначально их но-

сители были предназначены только для чтения, так что дисководы могли только читать информацию, но данные на таких дисках не могли быть изменены или перезаписаны. Имеются версии дисков и дисководов с возможностью записи (writeable) и многократной записи (rewriteable), но они намного дороже, чем обычные, предназначенные только для чтения, и поэтому дисководы с возможностью записи и многократной записи не устанавливаются в большинстве PC. CD-ROM и DVD-ROM — самые популярные дистрибутивные носители программного обеспечения и данных большого объема; их серийный выпуск обходится недорого, и на них можно записать большой объем информации.

Дисководы CD-ROM подробно рассмотрены в главе 13.

Клавиатура

Клавиатура — первичное устройство PC, которое с самого начала было создано для того, чтобы пользователь мог управлять системой. Существуют клавиатуры для ввода текстов на многих языках, с различными раскладками, размерами, формами, и с многочисленными специальными возможностями или характеристиками. Одно из несомненных удобств было внедрено фирмой IBM именно в PC — в этом персональном компьютере клавиатура была отдельным устройством. В большинстве компьютеров, разработанных до PC, клавиатура была неотъемлемой частью системного блока, и это создавало большие неудобства. Так как в PC используется отсоединяемая клавиатура со стандартизированным соединителем и набором сигналов, в большинстве случаев можно подсоединить любую совместимую с PC клавиатуру, эргономические параметры которой больше всего подходят конкретному пользователю.

Клавиатуры подробно рассмотрены в главе 7.

Мышь

С появлением операционных систем, в которых использовался графический интерфейс пользователя (Graphical User Interface — GUI), возникла необходимость в устройстве, которое давало бы возможность пользователю указывать или выбирать объекты, отображаемые на экране. Хотя на рынке сегодня представлено много различных типов устройств указания, наилучшим и наиболее популярным устройством такого типа является мышь. Перемещая мышь по столу или специальному коврику, пользователь может перемещать указатель по экрану монитора, и это облегчает выбор и управление объектами — сделать это только с помощью клавиатуры было бы гораздо сложнее. Стандартные мыши для PC имеют две кнопки, одна используется для выбора объектов под указателем (курсором), а другая — для активизации меню. У некоторых мышей есть также третья кнопка, колесико или даже палочка, эти устройства могут использоваться для листания страниц на мониторе или для других специальных функций.

Мышь подробно рассмотрена в главе 7.

Видеоплата

Видеоплата служит для управления отображением информации, которую вы видите на мониторе. Все видеоплаты имеют четыре основных части: видеочип, или набор микросхем системной логики (чипсет), оперативную видеопамять (Video RAM), ЦАП (цифроаналоговый преобразователь), и базовую систему ввода-вывода (BIOS). Видеочип фактически управляет отображением информации на экране, записывая данные в оперативную видеопамять. ЦАП читает данные в оперативной видеопамяти и преобразовывает их из цифровой формы в аналоговые сигналы управления монитором. Базовая система ввода-вывода содержит первичный видеодрайвер, который позволяет дисплею функционировать во время начальной загрузки и выводить подсказку DOS в основном текстовом режиме. Затем с диска обычно загружаются более совершенные драйверы, чтобы обеспечить возможность функционирования дисплея в более сложных видеорежимах, используемых Windows или другим программным обеспечением.

Видеоплаты подробно рассмотрены в главе 8.

Монитор (дисплей)

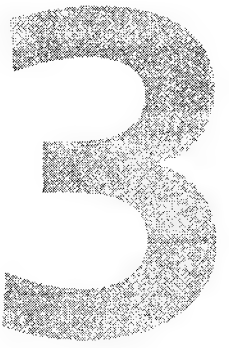
В большинстве систем монитор помещен в собственный защитный корпус, отдельно от системного блока. В портативных компьютерах и некоторых дешевых PC монитор встраивается в корпус системного блока компьютера. Мониторы обычно классифицируются по трем параметрам: по размеру диагонали в дюймах, разрешающей способности в пикселях и частоте регенерации в герцах (Гц). Размер по диагонали настольных мониторов обычно находится в пределах от 14 до 21 дюйма (хотя на самом деле размер изображения несколько меньше размера по диагонали, указанного в рекламных проспектах), длина диагонали жидкокристаллических мониторов в переносных компьютерах принимает значения от 11 до 15 дюймов. Разрешающая способность может быть равна от 640x480 пикселей (сначала размер по горизонтали, а затем по вертикали) до 1600x1200 пикселей. Каждый пиксель в мониторе состоит из трех элементов-точек, по одной для каждого цвета — красного, синего и зеленого. Средний монитор способен регенерировать изображение 60 раз в секунду (частота 60 Гц), в то время как частота регенерации в более качественных мониторах превосходит 100 Гц[1]. Частота регенерации показывает, как часто дисплей повторно выводит на экран содержимое видеопамяти. И разрешающая способность, и частота регенерации монитора зависят от возможностей видеоадаптера. В большинстве мониторов поддерживается несколько различных разрешающих способностей и частот регенерации (за некоторыми исключениями для жидкокристаллических экранов в портативных компьютерах).

Мониторы подробно рассмотрены в главе 8.

[1] Рекомендуется частота регенерации не ниже 75-85 Гц. — *Прим. ред.*

Глава 3

Типы и спецификации микропроцессоров



"Мозгом" персонального компьютера является *микропроцессор* (МП), или *центральный процессор (ЦП*, или *CPU (Central Processing Unit — центральный процессор))*. Микропроцессор выполняет вычисления и обработку данных (за исключением некоторых математических операций, осуществляемых в компьютерах, имеющих сопроцессор) и, как правило, является самой дорогостоящей микросхемой компьютера. Во всех IBM-совместимых компьютерах используются процессоры, совместимые с семейством микросхем Intel, но выпускаются и проектируются они как самой фирмой Intel, так и компаниями AMD и Cyrix.

В следующих разделах вы узнаете о процессорах, используемых в ПК. Здесь будут рассмотрены технические параметры этих микросхем и объясняется, почему за одно и то же время одни процессоры выполняют гораздо больше операций, чем другие.

Параметры процессоров

При описании параметров и устройства процессоров часто возникает путаница. Рассмотрим некоторые из характеристик процессоров, в том числе *разрядность шины данных* и *шины адреса*, а также *быстродействие*. В следующем разделе приведена таблица, в которой представлены параметры большинства процессоров, когда-либо устанавливавшихся в ПК.

Процессоры можно классифицировать по двум основным параметрам: разрядности и быстродействию. Быстродействие процессора — довольно простое понятие. Быстродействие измеряется в мегагерцах (МГц); 1 МГц равен миллиону тактов в секунду. Чем выше быстродействие, тем лучше (тем быстрее процессор)! Разрядность процессора — немного более сложное понятие. Имеются три важных устройства в процессоре, основным параметром которых является разрядность:

- шина ввода и вывода данных;
- внутренние регистры;
- шина адреса памяти.

В табл. 3.1 приведены основные спецификации для семейства процессоров Intel, используемых в IBM PC и совместимых с ними компьютерах. В следующих разделах эти спецификации будут рассмотрены подробно.

Обратите внимание, на плате процессора Pentium II содержится кэш уровня 2 емкостью 512 Кбайт, работающий на половинной частоте процессора.

В табл. 3.1 при указании количества транзисторов не были учтены транзисторы стандартного кэша уровня 2 емкостью 256 Кбайт или 512 Кбайт, встроенного в центральный процессора Pentium Pro и Pentium II. Кэш второго уровня может содержать дополнительно 15,5 (256 Кбайт), 31 (512 Кбайт) или, возможно, 62 миллиона (1 Мбайт) транзисторов!

Таблица 3.1. Характеристики процессоров фирмы Intel

Процессор	Кратность тактовой частоты	Напряжение питания, В	Разрядность внутренних регистров, бит	Разрядность шины данных, бит	Разрядность шины адреса, бит	Максимальный объем памяти
8088	1x	5	16	8	20	1 Мбайт
8086	1x	5	16	16	20	1 Мбайт
286	1x	5	16	16	24	16 Мбайт
386SX	1x	5	32	16	24	16 Мбайт
386SL	1x	3,3	32	16	24	16 Мбайт
386DX	1x	5	32	32	32	4 Гбайт
486SX	1x	5	32	32	32	4 Гбайт
486SX2	2x	5	32	32	32	4 Гбайт
487SX	1x	5	32	32	32	4 Гбайт
486DX	1x	5	32	32	32	4 Гбайт
486SL	1x	3,3	32	32	32	4 Гбайт
486DX2	2x	5	32	32	32	4 Гбайт
486DX4	2–3x	3,3	32	32	32	4 Гбайт
Pentium OD	2,5x	5	32	32	32	4 Гбайт
Pentium 60/66	1x	5	32	64	32	4 Гбайт
Pentium 75-200	1,5–3x	3,31	32	64	32	4 Гбайт
Pentium MMX	1,5-3x	1,8–2,8	32	64	32	4 Гбайт
Pentium Pro	2-3x	3,3	32	64	36	64 Гбайт
Pentium II MMX	3,5–5x	1,8–2,8	32	64	36	64 Гбайт
Pentium II Celeron	3,5–5x	1,8–2,8	32	64	36	64 Гбайт
PI I Celeron 300A +	3,5–5x	1,8–2,8	32	64	36	64 Гбайт
Pentium II Xeon	3,5–5x	1,8–2,8	32	64	36	64 Гбайт

Процессор	Внутренний кэш, Кбайт[2]	Тип кэша	Укороченные циклы памяти	Встроенный сопроцессор	Количество транзисторов	Время появления на рынке
8088	Нет	—	Нет	Нет	29 000	Июнь 1979 года
8086	Нет	—	Нет	Нет	29 000	Июнь 1978 года
286	Нет	—	Нет	Нет	134 000	Февраль 1982 года
386SX	Нет	—	Нет	Нет	275 000	Июнь 1988 года
386SL	Есть[3]	Чт.[4]	Нет	Нет	855 000	Октябрь 1990 года
386DX	Нет	—	Нет	Нет	275 000	Октябрь 1985 года
486SX	8	Чт.	Есть	Нет	1 185 000	Апрель 1991 года
486SX2	8	Чт.	Есть	Нет	1 185 000	Апрель 1994 года
487SX	8	Чт.	Есть	Есть	1 200 000	Апрель 1991 года
486DX	8	Чт.	Есть	Есть	1 200 000	Апрель 1989 года
486SL	8	Чт.	Есть	Необязательно	1 400 000	Ноябрь 1992 года
486DX2	8	Чт.	Есть	Есть	1 100 000	Март 1992 года
486DX4	16	Чт.	Есть	Есть	1 600 000	Февраль 1994 года
Pentium OD	2x16	Чт./Зап.[5]	Есть	Есть	3 100 000	Январь 1995 года
Pentium 60/66	2x8	Чт./Зап.	Есть	Есть	3 100 000	Март 1993 года
Pentium 75-200	2x8	Чт./Зап.	Есть	Есть	3 300 000	Март 1994 года
Pentium MMX	2x16	Чт./Зап.	Есть	Есть	4 100 000	Январь 1997 года
Pentium Pro	2x8	Чт./Зап.	Есть	Есть	5 500 000	Сентябрь 1995 года
Pentium II MMX	2x16	Чт./Зап.	Есть	Есть	7 500 000	Май 1997 года
Pentium II Celeron	2x16	Чт./Зап.	Есть	Есть	7 500 000	Апрель 1998 года
PI I Celeron 300A +	2x16	Чт./Зап.	Есть	Есть	7 500 000	Апрель 1998 года
Pentium II Xeon	2x16	Чт./Зап.	Есть	Есть	7 500 000	Апрель 1998 года

1 *Существует несколько режимов напряжения для процессоров Pentium, в том числе режимы, которые Intel называет VRE (3,465 В) и VR (3,3 В).*

2 *В эту цифру не входят необязательные 256 или 512 Кбайт кэша уровня 2, дополнительно встроенного в системную плату к процессору.*

3 *В процессор 386SL встроен кэш-контроллер, но микросхемы памяти устанавливаются дополнительно.*

4 *Кэш только для операций чтения.*

5 *Кэш как для операций чтения, так и для операций записи.*

Быстродействие процессора

Быстродействие — это одна из характеристик процессора, которую зачастую толкуют по-разному. В этом разделе вы узнаете о быстродействии процессоров вообще и о быстродействии процессоров Intel в частности.

Быстродействие компьютера во многом зависит от тактовой частоты, обычно измеряемой в мегагерцах (МГц). Она определяется параметрами кварцевого резонатора, представляющего собой кристалл кварца, заключенный в небольшой оловянный контейнер. Под воздействием электрического напряжения в кристалле кварца возникают колебания электрического тока с частотой, определяемой формой и размером кристалла. Частота этого переменного тока и называется *тактовой частотой*. Микросхемы обычного компьютера работают на частоте нескольких миллионов герц. (Герц — одно колебание в секунду.) Быстродействие измеряется в мегагерцах, т.е. в миллионах циклов в секунду.

Замечание

Единица измерения частоты названа герцем в честь немецкого физика Генриха Рудольфа Герца. В 1885 году Герц экспериментальным путем подтвердил правильность электромагнитной теории, согласно которой свет является видом электромагнитного излучения и распространяется в виде волн.

Изменение логических сигналов в микросхемах процессора удобно описывать не как непрерывную функцию времени, а через определенные интервалы — такты. Таким образом, наименьшей единицей измерения времени (квантом) для процессора как логического устройства является *период тактовой частоты*, или просто *такт*[1]. На каждую операцию затрачивается минимум один такт. Например, обмен данными с памятью процессор 8086 выполняет за четыре такта плюс несколько циклов ожидания. (*Цикл ожидания* — это такт, в котором ничего не происходит; он необходим только для того, чтобы процессор не "убегал" вперед от менее быстродействующих узлов компьютера.) Аналогичный обмен в процессоре 286 занимает два такта и несколько циклов ожидания.

Время, затрачиваемое на выполнение команд, также не постоянно. В процессорах 8086 и 8088 на выполнение одной команды уходит около 12 тактов. В процессорах 286 и 386 этот показатель уменьшился в среднем до 4,5 тактов на операцию, а в 486 — до 2 тактов. Использование в процессоре Pentium двух параллельных конвейеров и других ухищрений позволило сократить время выполнения среднестатистической команды до одного такта.

Различное количество тактов, необходимых для выполнения команд, затрудняет сравнение производительности компьютеров только по его тактовой частоте (т.е. по количеству тактов в секунду). Почему при одной и той же тактовой частоте один из процессоров работает быстрее, чем другой? Причина кроется в производительности.

---

[1] Иногда употребляется синоним — цикл. — *Прим. ред.*

Одной из причин более высокого быстродействия процессора 486 по сравнению с 386-м является то, что на выполнение команды процессору 486 в среднем требуется в два раза меньшее количество тактов, чем 386-му. А процессору Pentium в два раза меньшее количество тактов, чем 486-му. Таким образом, процессор 486 с тактовой частотой 133 МГц (типа AMD 5x86-133) работает даже медленнее, чем процессор Pentium с тактовой частотой 75 МГц! Это происходит потому, что при одной и той же частоте процессор выполняет вдвое больше команд, чем процессор 486. Pentium II — приблизительно на 50% быстрее, чем процессор Pentium, работающий на той же частоте, потому что он может выполнять значительно большее количество команд за то же самое количество циклов.

Сравнивая относительную эффективность процессоров, можно увидеть, что производительность процессора Pentium II, работающего на тактовой частоте 500 МГц, теоретически равна производительности процессора Pentium, работающего на тактовой частоте 750 МГц, которая, в свою очередь, теоретически равна производительности процессора 486, работающего на тактовой частоте 1400 МГц, а она, в свою очередь, теоретически равна производительности процессора 386 или 286-го, работающего на тактовой частоте 2800 МГц, или же 8088-го, работающего на тактовой частоте 5600 МГц. Если учесть, что первоначальный PC с процессором 8088 работал на тактовой частоте, равной всего лишь 4,77 МГц, то сегодняшние компьютеры более чем в 1 000 раз быстрее по сравнению с ним. Поэтому нельзя сравнивать производительность компьютеров, основываясь только на тактовой частоте; необходимо принимать во внимание тот факт, что на эффективность системы влияют и другие факторы.

Оценивать эффективность центрального процессора довольно сложно. Центральные процессоры с различными внутренними архитектурами выполняют команды по-разному; причем одни команды могут выполняться в одном процессоре быстрее, чем в другом, а другие команды — наоборот. Чтобы найти удовлетворительную меру для сравнения центральных процессоров с различной архитектурой, работающих на различных тактовых частотах, Intel изобрела специфический ряд эталонных тестов, которые можно выполнить на чипах Intel, чтобы измерить относительную эффективность процессоров. Эта система тестов недавно была модифицирована с той целью, чтобы можно было измерять эффективность 32-разрядных процессоров; эта система называется индексом (или показателем) iCOMP 2.0 (intel Comparative Microprocessor Performance — сравнительная эффективность микропроцессора фирмы Intel). В табл. 3.2 приведена относительная производительность, или индекс iCOMP 2.0, для некоторых процессоров.

Таблица 3.2. Индексы iCOMP 2.0 для процессоров

Процессор	Индекс iCOMP 2.0
Pentium 75	67
Pentium 100	90
Pentium 120	100
Pentium 133	111
Pentium 150	114
Pentium 166	127
Pentium 200	142
Pentium-MMX 166	160
Pentium-MMX 200	182
Pentium-MMX 233	203

Процессор	Индекс iCOMP 2.0
Pentium Pro 180	197
Pentium Pro 200	220
Pentium II 233	267
Pentium II 266	303
Pentium II 300	332
Pentium II 333	366
Pentium II 350	386
Pentium II 400	440

* *Индекс iCOMP 2.0 вычисляется в результате нескольких независимых испытаний и довольно объективно характеризует относительную производительность процессора. При подсчете iCOMP-индексов учитываются операции с плавающей запятой и операции, необходимые для выполнения мультимедийных приложений.*

Тактовая частота процессора и маркировка тактовой частоты системной платы. Почти все современные процессоры, начиная с 486DX2, работают на тактовой частоте, которая равна произведению некоторого множителя на тактовую частоту системной платы. Например, Pentium II 333 работает на тактовой частоте, которая в пять раз превышает тактовую частоту системной платы (66 МГц), а Pentium II 400 — на тактовой частоте, которая в четыре раза превышает тактовую частоту системной платы (100 МГц). Большинство системных плат работают на тактовой частоте 66 МГц — именно такую тактовую частоту поддерживали все процессоры Intel до начала 1998 года и только недавно эта фирма разработала процессоры и наборы микросхем системной логики (чипсеты), которые могут работать на системных платах, рассчитанных на 100 МГц. Некоторые процессоры фирмы Cyrix разработаны для системных плат, рассчитанных на 75 МГц, и многие системные платы, предназначенные для Pentium, также могут работать на этой тактовой частоте. Обычно тактовую частоту системной платы и множитель можно установить с помощью перемычек или других процедур конфигурирования системной платы (например, путем указания параметров CMOS).

В современных компьютерах используется синтезатор переменной частоты, обычно расположенный на системной плате; он генерирует опорную частоту для системной платы и процессора. На большинстве системных плат 486 и Pentium можно установить одно из трех или четырех значений тактовой частоты. Сегодня выпускается множество версий процессоров, работающих на различных частотах, в зависимости от тактовой частоты конкретной материнской платы. Например, быстродействие большинства процессоров 486 и Pentium в несколько раз больше быстродействия системной платы. В табл. 3.3 приведены тактовые частоты процессоров Pentium и системных плат к ним.

Таблица 3.3. Тактовые частоты процессоров Pentium и системных плат

Тип процессора/быстродействие	Множитель тактовой частоты процессора	Тактовая частота системной платы, МГц
Pentium 60	1x	60
Pentium 66	1x	66
Pentium 75	1,5x	50

Окончание табл. 3.3

Тип процессора/быстродействие	Множитель тактовой частоты процессора	Тактовая частота системной платы, МГц
Pentium 90	1,5x	60
Pentium 100	1,5x	66
Pentium 120	2x	60
Pentium 133	2x	66
Pentium 150	2,5x	60
Pentium/Pentium Pro/MMX 166	2,5x	66
Pentium/Pentium Pro 180	3x	60
Pentium/Pentium Pro/MMX 200	3x	66
Pentium-MMX/Pentium II 233	3,5x	66
Pentium II 266	4x	66
Pentium II 300	4,5x	66
Pentium II 333	5x	66
Pentium II 350	3,5x	100
Pentium II 400	4x	100
Pentium II 450	4,5x	100

При равных прочих условиях (типах процессоров, количестве циклов ожидания при обращении к памяти и разрядностях шин данных) два компьютера можно сравнивать по их тактовым частотам. Однако делать это надо осторожно: быстродействие компьютера зависит и от других факторов (в частности, от тех, на которые влияет структура памяти). Например, компьютер с более низкой тактовой частотой может работать быстрее, чем вы ожидаете, а система с более высоким значением номинальной тактовой частоты будет иметь меньшее быстродействие, чем следовало бы. Определяющим фактором при этом является архитектура, конструкция и элементная база оперативной памяти системы.

В процессе изготовления процессоры проверяют при различных тактовых частотах, значениях температуры и давления. После этого на них наносится маркировка. В ней указывается максимальная рабочая частота во всем рабочем диапазоне температур и давлений, которые могут встретиться в обычных условиях. Система обозначений довольно проста. Например, на процессоре моего компьютера написано `A80486DX2-66`. Буква `A` на микросхемах фирмы Intel обозначает тип корпуса, в данном случае это керамический корпус типа PGA (Pin Grid Array). `80486DX2` — тип микросхемы (процессор 486DX с удвоенной тактовой частотой). Число `66` означает, что максимальная тактовая частота равна 66 МГц. Поскольку в самом процессоре частота удваивается, рабочая частота системной платы не должна превышать 33 МГц. Процессор может работать и на более низких частотах; например, при частоте системной платы 25 МГц его собственная тактовая частота будет равна 50 МГц.

Большинство системных плат 486 может работать на частоте 40 МГц, и в этом случае тактовая частота процессора DX2 будет равна 80 МГц. Большинство новых процессоров, в маркировке которых указана тактовая частота 66 МГц, неплохо работает на частоте 40/80 МГц. Однако при выполнении ответственной работы, когда крайне важна надежность системы, я не советовал бы работать на повышенной частоте, так как превышение номинальной тактовой частоты может привести к сбоям в микропроцессоре.

Замечание

Информацию по разгону (overclocking) можно найти по адресу: http://www.sysopt.com. Там содержатся довольно полные ответы на часто встречающиеся вопросы по разгону (overclocking FAQs), а также информация о том, как можно повысить тактовую частоту центральных процессоров.

На некоторых микросхемах последняя часть маркировки не очень похожа на обозначение частоты. Например, для устаревших МП типа 8086 шифр — 3 означает, что его максимальная тактовая частота равна 6 МГц. Такая маркировка чаще всего встречается на старых микросхемах, выпущенных еще до введения нынешнего стандарта на условные обозначения.

Более современным примером могли бы служить процессоры Cyrix/IBM 6x86, в маркировке которых используется шкала PR (Performance Rating — оценка эффективности), значения на которой не равны истинной тактовой частоте в мегагерцах. Например, Cyrix/IBM 6x86MX-PR200 фактически работает на тактовой частоте 166 МГц (2.5 × 66 МГц). При установке указанного процессора необходимо установить тактовую частоту системной платы так, как если бы вы устанавливали процессор с тактовой частотой 166 МГц, а не 200 МГц (как можно было бы предположить по числу 200 на маркировке).

Микросхемы процессоров часто снабжаются теплоотводами, и маркировка при этом может оказаться закрытой. (*Теплоотвод* — это металлическое приспособление для отвода тепла от электронных приборов.) К счастью, большинство изготовителей центральных процессоров помещает метки на верхней и нижней стороне процессора. Если теплоотвод трудно или невозможно снять с чипа, можно вынуть чип вместе с теплоотводом из гнезда и прочитать маркировку на нижней части процессора. Большинство процессоров, работающих на частоте 50 МГц и выше, должно иметь теплоотводы, предотвращающие их перегрев.

Шина данных

Одной из самых общих характеристик процессора является разрядность его шины данных и шины адреса. *Шина* — это набор соединений, по которым передаются различные сигналы. Представьте себе пару проводов, проложенных из одного конца здания в другой. Если вы подсоедините к этим проводам генератор напряжения в 220 В, а вдоль линии расставите розетки, то получится шина. Независимо от того, в какую розетку вы вставите вилку, вы всегда получите один и тот же сигнал, в данном случае — 220 В переменного тока.

Любую линию передачи (или среду для передачи сигналов), у которой имеется более одного вывода, можно назвать шиной. В обычном компьютере есть несколько внутренних и внешних шин, а в каждом процессоре — две основные шины для передачи данных и адресов памяти: шина данных и шина адреса.

Когда говорят о шине процессора, чаще всего имеют в виду *шину данных*, представленную как набор соединений (или выводов) для передачи или приема данных. Чем больше сигналов одновременно поступает на шину, тем больше данных передается по ней за определенный интервал времени и тем быстрее она работает. Разрядность шины данных подобна количеству полос движения на скоростной автомагистрали; точно так же, как увеличение количества полос позволяет увеличить поток машин по трассе, увеличение разрядности позволяет повысить производительность.

Данные в компьютере передаются в виде цифр через одинаковые промежутки времени. Для передачи *единичного* бита данных в определенный временной интервал посылается сигнал напряжения *высокого* уровня (около 5 В), а для передачи *нулевого* бита данных — сигнал напряжения *низкого* уровня (около 0 В). Чем больше линий, тем больше битов можно передать за одно и то же время. В процессорах 286 и 386SX для передачи и приема двоичных данных используется 16 соединений, поэтому у них шина данных считается 16-разрядной. У 32-разрядного процессора, например 486 или 386DX, таких соединений вдвое больше, по-

этому за единицу времени он передает вдвое больше данных, чем 16-разрядный процессор. Современные процессоры типа Pentium имеют 64-разрядные внешние шины данных. Это означает, что процессоры Pentium, включая первоначальный Pentium, Pentium Pro и Pentium II, могут передавать в системную память (или получать из нее) одновременно 64 бита данных.

Представим себе, что шина — это автомагистраль с движущимися по ней машинами. Если автомагистраль имеет всего по одной полосе движения в каждую сторону, то по ней в одном направлении в определенный момент времени может проехать только одна машина. Если вы хотите увеличить пропускную способность дороги, например, вдвое, вам придется ее расширить, добавив еще по одной полосе движения в каждом направлении. Таким образом, 8-разрядную микросхему можно представить в виде однополосной автомагистрали, поскольку в каждый момент времени по ней проходит только один байт данных (один байт равен восьми битам). Аналогично, 32-разрядная шина может передавать одновременно 4 байт информации. А 64-разрядная шина данных позволяет микросхемам принимать и передавать данные, подобно тому, как движутся автомобили по скоростной автостраде с 8 полосами движения!

Автомагистраль характеризуется количеством полос движения, а процессор — разрядностью его шины данных. Если в руководстве или техническом описании говорится о 16- или 32-разрядном компьютере, то обычно имеется в виду разрядность шины данных процессора. По ней можно приблизительно оценить производительность процессора, а значит, и всего компьютера.

Разрядность шины данных процессора определяет также разрядность банка памяти. Это означает, что 32-разрядный процессор, например процессор класса 486, считывает из памяти или записывает в память 32 бита одновременно. Процессоры класса Pentium, включая Pentium II, считывают из памяти или записывают в память 64 бита одновременно. Поскольку разрядность стандартных 72-штырьковых модулей SIMM (Single Inline Memory Modules — одиночные встроенные модули памяти) равна всего лишь 32 разрядам, то в большинстве систем класса 486 устанавливают по одному модулю, а большинстве систем класса Pentium — по два одновременно. Разрядность новых модулей DIMM (Dual Inline Memory Modules — двойные встроенные модули памяти) равна 64 разрядам, поэтому в системах класса Pentium устанавливают по одному модулю, что облегчает процесс конфигурирования системы, так как эти модули можно устанавливать или удалять по одному. Каждый модуль DIMM имеет такую же производительность, как и целый банк памяти в системах Pentium. Более подробно это обсуждается в главе 5, посвященной системам памяти.

Внутренние регистры

Количество битов данных, которые может обработать процессор за один прием, характеризуется *разрядностью* внутренних регистров. *Регистр* — это, по существу, ячейка памяти внутри процессора; например, процессор может складывать числа, записанные в двух различных регистрах, а результат сохранять в третьем регистре. Разрядность регистра определяет количество разрядов обрабатываемых процессором данных. Разрядность регистра также определяет характеристики программного обеспечения и команд, выполняемых чипом. Например, процессоры с 32-разрядными внутренними регистрами могут выполнять 32-разрядные команды, которые обрабатывают данные 32-разрядными порциями, а процессоры с 16-разрядными регистрами этого делать не могут. В большинстве современных процессоров (от 386 до Pentium) внутренние регистры являются 32-разрядными.

В некоторых процессорах разрядность внутренней шины данных (а шина состоит из линий передачи данных и регистров!) больше, чем разрядность внешней. Так, например, в процессорах 8088 и 386SX, разрядность внутренней шины только вдвое больше разрядности внешней шины. Такие процессоры (их часто называют "половинчатыми", или "гибридными") обычно являются более дешевыми вариантами исходных ИС. Например, в процессоре 386SX внутренние операции — 32-разрядные, а связь с внешним миром осуществляется через 16-разрядную внешнюю шину. Это позволяет разработчикам проектировать относительно

дешевые системные платы с 16-разрядной шиной данных, сохраняя при этом совместимость с 32-разрядным процессором 386.

Если разрядность внутренних регистров больше разрядности внешней шины данных, то для их полной загрузки необходимо несколько циклов считывания. Например, в процессорах 386DX и 386SX внутренние регистры — 32-разрядные, но процессору 386SX для их загрузки необходимо выполнить два цикла считывания, а процессору 386DX достаточно одного. Аналогично передаются данные от регистров к системной шине.

В процессорах Pentium шина данных — 64-разрядная, а регистры — 32-разрядные. Такое построение, на первый взгляд, кажется странным, если не учитывать, что в этом процессоре для обработки информации служат два 32-разрядных параллельных конвейера. Pentium во многом подобен двум 32-разрядным процессорам, объединенным в одном корпусе, а 64-разрядная шина данных позволяет быстрее заполнить рабочие регистры. Архитектура процессора с несколькими конвейерами называется *суперскалярной*.

Современные процессоры шестого поколения, например Pentium Pro и Pentium II, имеют целых шесть внутренних конвейеров для выполняющихся команд. Хотя некоторые из указанных внутренних конвейеров специализированы (т.е. предназначены для выполнения специальных функций), эти процессоры могут все же выполнять три команды за один цикл.

Шина адреса

Шина адреса[1] представляет собой набор проводников, по которым передается адрес ячейки памяти, в которую или из которой пересылаются данные. Как и в шине данных, по каждому проводнику передается один бит адреса, соответствующий одной цифре в адресе. Увеличение количества проводников (разрядов), используемых для формирования адреса, позволяет увеличить количество адресуемых ячеек. Разрядность шины адреса определяет максимальный объем памяти, адресуемой процессором.

Представьте себе следующее. Если шина данных — это автострада, а ее разрядность — количество полос движения, то с шиной адреса можно ассоциировать нумерацию домов или улиц. Количество линий в шине эквивалентно количеству цифр в номере дома. Например, если вы живете на улице, где по каким-то причинам номера домов не могут состоять более чем из двух цифр (десятичных), то количество домов на этой улице не может быть больше ста (от 00 до 99), т.е. 10^2. При трехзначных номерах количество возможных адресов возрастает до 10^3 (от 000 до 999) и т.д.

В компьютерах применяется двоичная система счисления, поэтому при двухразрядной адресации можно выбрать только четыре ячейки (с адресами 00, 01, 10 и 11), т.е. 2^2, при трехразрядной — восемь (от 000 до 111), т.е. 2^3. Например, в процессорах 8086 и 8088 используется 20-разрядная шина адреса, поэтому они могут адресовать 2^{20} (1 048 576) байта, или 1 Мбайт, памяти. Объемы памяти, адресуемой процессорами Intel, приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4. Объем памяти, адресуемой процессорами фирмы Intel

Тип процессора	Разрядность шины				
адреса	Байт	Кбайт	Мбайт	Гбайт	
8088/8086	20	1 048 576	1 024	1	—
286/386SX	24	16 777 216	16 384	16	—
386DX/486/Pentium	32	4 294 967 296	4 194 304	4 096	4
Pentium Pro/Pentium II	36	68 719 476 736	67 108 864	65 536	64

[1] Иногда называется также адресной шиной. — *Прим. ред.*

Шины данных и адреса независимы, и разработчики микросхем выбирают их разрядность по своему усмотрению, но, как правило, чем больше разрядов в шине данных, тем больше их и в шине адреса. Разрядность этих шин является показателем возможностей процессора: количество разрядов в шине данных определяет способность процессора обмениваться информацией, а разрядность шины адреса — объем памяти, с которым он может работать.

Встроенный кэш

Во всех процессорах 486 имеется встроенный (уровня 1) *кэш-контроллер* с *кэш-памятью* объемом 8 или 16 Кбайт. Кэш — это быстродействующая память, предназначенная для временного хранения программного кода и данных. Обращения к встроенному кэшу происходят без состояний ожидания, поскольку его быстродействие соответствует возможностям процессора.

Благодаря этому обмен данными с относительно медленной системной памятью значительно ускоряется. Процессору не нужно ждать, пока очередная порция программного кода или данных поступит из основной области памяти, а это приводит к ощутимому повышению производительности компьютера. При отсутствии кэша такие паузы возникали бы довольно часто.

В современных процессорах встроенный кэш играет еще более важную роль, потому что он часто является единственным типом памяти во всей системе, который может работать синхронно с чипом. В большинстве современных процессоров используется множитель тактовой частоты, а это означает, что они работают на тактовой частоте, которая в несколько раз превышает тактовую частоту системной платы, к которой подключены эти процессоры. Например, тактовая частота (333 МГц), на которой работает Pentium II, в пять раз превышает тактовую частоту системной платы, равную 66 МГц. Поскольку оперативная память подключена к системной плате, она также может работать только на тактовой частоте, не превышающей 66 МГц. В такой системе из всех видов памяти только встроенный кэш может работать на тактовой частоте 333 МГц. Рассмотренный в этом примере процессор Pentium II на 333 МГц имеет встроенный кэш общим объемом 32 Кбайт (в двух отдельных блоках по 16 Кбайт).

Если необходимые данные во встроенном кэше отсутствуют, процессор обращается за ними во вторичный кэш или непосредственно к системной шине в более простых компьютерах.

Если в кэше хранятся как программные коды, так и данные, он называется *универсальным кэшем*.

В процессорах 486 встроенный кэш организован по *четырехстраничной схеме*, т.е. он разделен на четыре блока, каждый из которых состоит из 128 или 256 строк по 16 байт.

Чтобы понять, как работает кэш, рассмотрим следующий пример. В простейшем случае кэш состоит из одного блока, в который можно загрузить содержимое соответствующего блока основной памяти. Это похоже на закладку, используемую для того, чтобы отметить нужную страницу в книге. Если основная память — это вся книга, то по закладке можно определить, какая страница находится в кэше. Но этого бывает достаточно только в том случае, если все необходимые данные находятся на странице, отмеченной закладкой. Если же вам нужно вернуться к одной из уже прочитанных страниц, то закладка будет бесполезной.

Можно воспользоваться несколькими закладками (выписками), отмечая сразу несколько мест в книге. При этом, конечно, усложняется схема процессора, но зато можно будет проверить сразу несколько закладок. Каждая дополнительная закладка усложняет систему, но вероятность того, что нужная страница уже отмечена (выписана), повышается.

Если ограничиться четырьмя отметками-выписками, то можно получить четырехстраничный кэш. Вся кэш-память разбивается на четыре блока, в каждом из которых хранятся копии различных фрагментов основной памяти. Хорошим примером ситуации, в которой процессор должен работать сразу с несколькими областями памяти, является использование многозадачной среды или операционных систем OS/2 и Windows. Здесь четырехстраничный кэш значительно повышает производительность процессора.

Содержимое кэша всегда должно соответствовать содержимому основной памяти, чтобы процессор работал с самыми свежими данными. Поэтому в семействе процессоров 486 используется кэш со *сквозной записью (Write-Through),* и при записи в кэш данные автоматически записываются и в основную память.

В процессорах Pentium используется *двунаправленный кэш (Write-Back),* который работает при выполнении как операций считывания, так и операций записи. Это позволяет еще больше повысить производительность процессора. Хотя встроенный кэш в процессоре 486 используется только при чтении, внешний кэш в системе может быть двунаправленным. Кроме того, в процессорах 486 предусмотрен дополнительный 4-байтовый буфер, в котором можно хранить данные до тех пор, пока они не будут переданы в память. Это необходимо в том случае, если шина памяти занята.

Одной из функций встроенного кэш-контроллера является *отслеживание состояния системной шины при передаче управления шиной другому устройству.* Если устройство, управляющее шиной, записывает что-либо в область памяти, копия которой хранится во встроенном кэше, содержимое кэша и основной памяти перестают совпадать. В этом случае кэш-контроллер отмечает эти данные как ошибочные и при следующем обращении процессора к памяти обновляет содержимое кэша, поддерживая целостность системы.

Внешний кэш (уровня 2) представляет собой быстродействующую статическую память, которая также позволяет сократить время простоя процессора при обращениях к системной памяти. Внешний кэш работает так же, как и встроенный: он хранит информацию, передаваемую в процессор, сокращая потери на ожидание. Время выборки данных из микросхем внешнего кэша обычно не превышает 15 нс, что значительно меньше, чем у основной памяти.

Вторичный кэш для процессоров Pentium находится на системной плате, а для процессоров Pentium Pro и Pentium II — внутри пакета процессора. Переместив вторичный кэш в процессор, можно заставить его работать с тактовой частотой более высокой, чем у системной платы, в принципе, с такой же тактовой частотой, как и сам процессор.

При увеличении тактовой частоты время цикла уменьшается. Для большинства модулей памяти SIMM, используемых сегодня в Pentium и более ранних системах, время цикла должно быть не менее 60 нс, что приблизительно соответствует тактовой частоте 16 МГц! На сегодняшний день стандартная тактовая частота системной платы равна 66 МГц или 100 МГц, но некоторые процессоры работают на тактовой частоте 450 МГц или больше. В более новых системах не используется кэш на системной плате, поскольку быстрые модули SDRAM, применяемые в современных системах Pentium II, могут работать на тактовой частоте системной платы. В табл. 3.5 приведены необходимый объем кэша, а также функции, выполняемые встроенным (внутренний, уровня 1) и внешним (уровня 2) кэшем в современных системах.

Таблица 3.5. Быстродействие процессоров, кэшей, модулей памяти SIMM/DIMM и системных плат

Тип центрального процессора	486 DX4	Pentium	Pentium Pro	Pentium II (1997 год)	Pentium 11 (1998год)
Тактовая частота центрального процессора, МГц	100	233	200	333	450
Длительность цикла (и тактовая частота) встроенного кэша, нс (МГц)	10 (100)	4 (233)	5 (200)	3 (333)	2 (450)
Длительность цикла (и тактовая частота) внешнего кэша, нс (МГц)	30 (33)	15 (66)	5 (200)	6 (167)	4 (225)

Окончание табл. 3.5

Тип центрального процессора	486 DX4	Pentium	Pentium Pro	Pentium II (1997 год)	Pentium II (1998 год)
Тактовая частота системной платы, МГц	33	66	66	66	100
Длительность цикла (и тактовая частота) модулей SIMM/DIMM, нс (МГц)	60 (16)	60 (16)	60 (16)	15 (66)	10 (100)
Тип модулей SIMM/DIMM	FPM	FPM/EDO	FPM/EDO	SDRAM	SDRAM

Итак, два уровня кэша между самим быстрым центральным процессором и значительно более медленной оперативной памятью помогают сократить время ожидания, которое потребовалось бы процессору для считывания и записи данных в оперативную память. Именно благодаря кэшу процессор может работать с быстродействием, приближенным к истинному.

Режимы процессора

Все 32-разрядные и более поздние процессоры Intel, начиная с 386, могут выполнять программы в нескольких режимах. Режимы процессора предназначены для выполнения программ в различных средах, и в различных режимах возможности чипа разные, потому что команды выполняются по-разному. В зависимости от режима процессора изменяется схема управления памятью системы и задачами.

Процессоры могут работать в трех различных режимах:

- в реальном режиме;
- в защищенном режиме;
- в виртуальном реальном режиме (реальном внутри защищенного).

В первоначальном IBM PC использовался процессор 8088, который мог выполнять 16-разрядные команды, используя 16-разрядные внутренние регистры, а адресовать — только 1 Мбайт памяти, используя 20 разрядов для адреса. Все программное обеспечение PC первоначально было предназначено для этого чипа; оно было разработано на основе 16-разрядной системы команд и модели памяти объемом 1 Мбайт. Например, DOS, все программное обеспечение DOS, Windows от 1.*x* до 3.*x*, и все приложения для Windows от 1.*x* до 3.*x* написаны в расчете на 16-разрядные команды. Эти 16-разрядные операционные системы и приложения были разработаны для выполнения на первоначальном процессоре 8088.

Более поздние процессоры, например 286, могли также выполнять те же самые 16-разрядные команды, что и первоначальный 8088, но намного быстрее. Другими словами, 286 был полностью совместим с первоначальным 8088 и мог выполнять все 16-разрядные программы точно так же, как 8088, но, конечно же, значительно быстрее. Шестнадцатиразрядный режим, в котором выполнялись команды процессоров 8088 и 286, был назван *реальным режимом*. Все программное обеспечение, выполняющееся в реальном режиме, должно использовать только 16-разрядные команды, 20-разрядные адреса и поддерживаться архитектурой памяти, рассчитанной на емкость памяти до 1 Мбайта. Программное обеспечение этого типа обычно выполняется в однозадачном режиме, что означает, что одновременно может выполняться только одна программа. Нет никакой встроенной защиты для предотвращения перезаписи ячеек памяти одной программы или даже операционной системы другой программой; это означает, что при выполнении более одной программы вполне могут быть испорчены данные или код другой программы, а это может привести всю систему к краху (или останову).

Процессор 386 был первым 32-разрядным процессором, предназначенным для PC. Этот чип мог выполнять абсолютно новую 32-разрядную систему команд. Чтобы полностью использовать преимущество 32-разрядной системы команд, были необходимы 32-разрядная операционная система и 32-разрядные приложения. Этот новый режим назывался *защищенным режимом*, так как выполняющиеся в нем программы защищены от перезаписи своих областей памяти другими программами. Такая защита помогает сделать систему более надежной, поскольку какая-либо программа с ошибками уже не сможет так легко повредить другие программы или операционную систему. Кроме того, программу, "потерпевшую крах", можно довольно просто завершить без ущерба для остальной части системы.

Зная, что разработка новых операционных систем и приложений, использующих преимущества 32-разрядного защищенного режима, займет некоторое время, Intel предусмотрела в 386 процессоре обратно совместимый (т.е. совместимый в обратном направлении — от старших моделей к младшим) реальный режим. Благодаря этому процессор 386 мог выполнять немодифицированные 16-разрядные операционные системы и приложения. Причем они выполнялись намного быстрее, чем в любом прежнем чипе. Для большинства пользователей этого было достаточно; им не требовалось все 32-разрядное программное обеспечение, — достаточно было того, чтобы имевшиеся у них 16-разрядные программы работали быстрее. К сожалению, по этой причине чип никогда не работал в 32-разрядном защищенном режиме, и все возможности такого режима не использовались.

Когда высокопроизводительный процессор, подобный Pentium II, работает в реальном режиме, он напоминает "Turbo 8088". Слово "Turbo" означает, что процессор имеет преимущество в быстродействии при выполнении 16-разрядных программ; хотя он может выполнять только 16-разрядные команды и обращаться к памяти внутри все того же 1 Мбайта, предусмотренного картой памяти процессора 8088. Поэтому, даже если у вас система с Pentium II и оперативной памятью емкостью 64 Мбайт, при выполнении Windows 3.*x* или DOS в действительности используется только первый мегабайт памяти, а остальные 63 Мбайта практически не применяются!

Поэтому были необходимы новые операционные системы и приложения, которые бы выполнились на современных процессорах в 32-разрядном защищенном режиме. Однако некоторые пользователи поначалу сопротивлялись всем попыткам перехода к 32-разрядной среде. Кажется, что сообщество пользователей, очень устойчиво в своих привязанностях и не желает изменять своих привычек. Я, признаюсь, был одним из них!

Из-за этого сопротивления 32-разрядные операционные системы типа UNIX, OS/2 и даже Windows NT вначале очень вяло продвигались на рынке PC. Из всех перечисленных систем только Windows NT, вероятно, была близка к коммерческому успеху, да и то благодаря огромной популярности Windows 95. Windows 3.*x* была последней полностью 16-разрядной операционной системой. Правда, на самом деле она не была полной операционной системой, а выполнялась как надстройка над DOS.

В Microsoft поняли, насколько упрямы пользователи ПК, и разработали Windows 95 как промежуточную систему для перехода в 32-разрядный мир. Windows 95 — в основном 32-разрядная операционная система, но в ней можно выполнять старые 16-разрядные приложения. Windows 95 появилась в августе 1995 года, через целых 10 лет после появления первого 32-разрядного процессора для PC! Потребовалось "всего лишь" 10 лет, чтобы внедрить программное обеспечение, которое может полностью использовать процессоры!

Для совместимости сверху вниз 32-разрядная среда Windows 95 использует третий режим в процессоре: *виртуальный реальный* режим. Виртуальный реальный, по существу, является режимом выполнения 16-разрядной среды (реальный режим), причем это выполнение реализовано внутри 32-разрядного защищенного режима (т. е. виртуально, а не реально). Когда вы выполняете команды в окне подсказки DOS внутри Windows 95/98, вы создаете виртуальный сеанс реального режима. Так как защищенный режим является подлинно многозадачным,

фактически можно выполнять несколько сеансов реального режима, причем в каждом сеансе свое собственное программное обеспечение выполняется на виртуальном PC. И все эти приложения могут выполняться одновременно[1], даже тогда, когда выполняются другие 32-разрядные программы.

Обратите внимание, что любая программа, выполняющаяся в виртуальном окне реального режима, может обращаться только к памяти объемом до 1 Мбайта, причем для каждой такой программы это будет первый и единственный мегабайт памяти в системе. Другими словами, если вы выполняете приложение DOS в виртуальном реальном окне, ему будет доступна память только объемом до 640 Кбайт. Так происходит потому, что имеется только 1 Мбайт общей оперативной памяти в 16-разрядной среде, а верхние 384 Кбайт зарезервированы для системы. Виртуальное реальное окно полностью имитирует среду процессора 8088, и если не учитывать быстродействие, программное обеспечение будет выполняться так, как если бы оно выполнялось первом PC в реальном режиме. Каждая виртуальная машина получает свой собственный 1 Мбайт адресного пространства и свой собственный экземпляр реальных аппаратных подпрограмм управления аппаратурой (базовую систему ввода-вывода), причем при этом эмулируются все регистры и возможности реального режима.

Виртуальный реальный режим используется при выполнении программ в окне DOS, а также при выполнении 16-разрядных программ, написанных для DOS или Windows *3.x*, в Windows 95/98. При запуске приложения DOS операционная система Windows 95 создает виртуальную машину DOS, на которой это приложение может выполняться.

Важно обратить внимание, что все процессоры Intel при включении питания начинают работать в реальном режиме. При загрузке 32-разрядной операционной системы последняя автоматически переключает процессор в 32-разрядный режим и управляет процессором в этом режиме.

Некоторые приложения DOS и Windows 3.x ведут себя непредусмотренным образом, т.е. они делают вещи, которые не поддерживаются даже в виртуальном реальном режиме. Диагностическое программное обеспечение — прекрасный пример этого, такое программное обеспечение не будет выполняться правильно в окне реального режима (виртуального реального) под управлением Windows 95/98 или NT. Чтобы на Pentium II выполнять такое программное обеспечение в первоначальном упрощенном режиме, необходимо прервать процесс начальной загрузки системы и просто загрузить DOS. Это можно выполнить в Windows 95/98/NT, нажимая клавишу F8, когда на экране появляется подсказка "`Starting Windows...`". Затем, когда появится меню Startup, в нем нужно выбрать команду загрузки простой 16-разрядной операционной системы реального режима DOS. Лучше всего выбрать "`Safe mode command prompt`", если вы собираетесь использовать диагностические процедуры (обычно не выполняемые в защищенном режиме), которые должны быть выполнены с минимумом драйверов и другого загруженного программного обеспечения.

Хотя реальный режим используется DOS и "стандартными" приложениями DOS, имеются специальные программы, которые "расширяют" DOS и позволяют доступ к дополнительной (XMS, extended) памяти (сверх 1 Мбайта). Они иногда называются *расширителями* DOS и обычно включаются как часть программного обеспечения DOS или Windows *3.x*, в котором они используются. Протокол, который описывает, как выполнять DOS в защищенном режиме, называется DPMI (DOS protected mode interface — интерфейс защищенного режима DOS). DPMI использовался в Windows *3.x* для обращения к дополнительной (XMS, extended) памяти при работе приложений для Windows *3.x*. Этот протокол разрешал 16-разрядным приложениям использовать память, превышающую 1 Мбайт. Расширители DOS особенно часто применяются в играх DOS; именно благодаря им игровая программа может использовать намного

---

[1] Разумеется, *одновременно* не означает, что команды выполняются обязательно в одном и том же такте процессора. Просто для выполнения одной программы не обязательно завершить все остальные. — *Прим. ред.*

больший объем памяти, чем стандартный (1 Мбайт), к которому может адресоваться большинство программ, работающих в реальном режиме. Эти расширители DOS переключают процессор в реальный режим и обратно, а в случае выполнения под управлением Windows применяют интерфейс DPMI, встроенный в Windows, и тем самым позволяют другим программам совместно использовать часть дополнительной (extended — XMS) памяти системы.

Есть еще одно исключение — первые 64 Кбайт дополнительной памяти в реальном режиме фактически доступны PC, несмотря на то, что такое не предусматривалось. Это — результат ошибки в первом компьютере IBM AT, связанной с 21-й линией адреса памяти (A20, поскольку A0 — первая строка адреса). Управляя сигналом на линии A20, программное обеспечение реального режима может получать доступ к первым 64 Кбайт дополнительной памяти — первым 64 Кбайт памяти, следующим за первым мегабайтом. Эта область памяти называется *областью верхних адресов памяти* (*high memory area — HMA*).

Возможности процессоров

В современных процессорах для PC применяются следующие средства:

- SMM (управление питанием);
- супёрскалярное выполнение;
- технология MMX;
- динамическое выполнение;
- архитектура DIB (Dual Independent bus — Двойная независимая шина).

SMM (Управление питанием). Задавшись, прежде всего, целью создания все более быстрых и мощных процессоров для портативных компьютеров, Intel разработала схему управления питанием. Эта схема дает возможность процессорам экономно использовать энергию батареи и таким образом продлить срок ее службы. Данная возможность впервые была реализована фирмой Intel в процессоре 486SL, который является усовершенствованной версией процессора 486DX. Впоследствии, когда возможности управления питанием стали более универсальными, их начали встраивать в Pentium и во все процессоры более поздних поколений. Этот набор возможностей называется SMM (System Management Mode — режим управления системой).

Схема SMM физически интегрирована в чип, но функционирует независимо. Благодаря этому она может управлять потреблением мощности, в зависимости от уровня активности процессора. Это позволяет пользователю определять интервалы времени, по истечении которых центральный процессор будет частично или полностью выключен. Данная схема также поддерживает возможность приостановки/возобновления, которая позволяет мгновенно включать и отключать мощность, что обычно используется в портативных компьютерах PC. Соответствующие параметры устанавливаются в базовой системе ввода-вывода.

Суперскалярное выполнение. В процессорах Pentium пятого и более поздних поколений встроено несколько внутренних конвейеров, которые могут выполнять несколько команд одновременно. Процессор 486 и все предшествующие чипы могли выполнять только одну команду в одно и то же время. Технологию выполнения более одной команды одновременно Intel называют *суперскалярной*. Благодаря использованию данной технологии и обеспечивается дополнительная эффективность, по сравнению с процессором 486.

Суперскалярная архитектура предполагает довольно высокий процент использования чипов RISC (Reduced Instruction Set Computer — компьютер с упрощенной системой команд). Pentium — один из первых чипов CISC (Complex Instruction Set Computer — компьютер со сложной системой команд), в которых применяется суперскалярная технология. Теперь это — стандартная возможность, реализованная во всех процессорах PC пятого и последующих поколений.

Технология MMX. В зависимости от контекста MMX может означать Multi-Media extensions (мультимедийные расширения) или Matrix Math extensions (матричные математические расширения). Технология MMX использовалась в старших моделях процессоров Pentium пятого поколения (рис. 3.1) как своего рода расширение, которое ускоряет видеосжатие/декомпрессию, манипулирование изображением, шифрование и выполнение операций ввода-вывода, — почти все, что используется во многих современных программах.

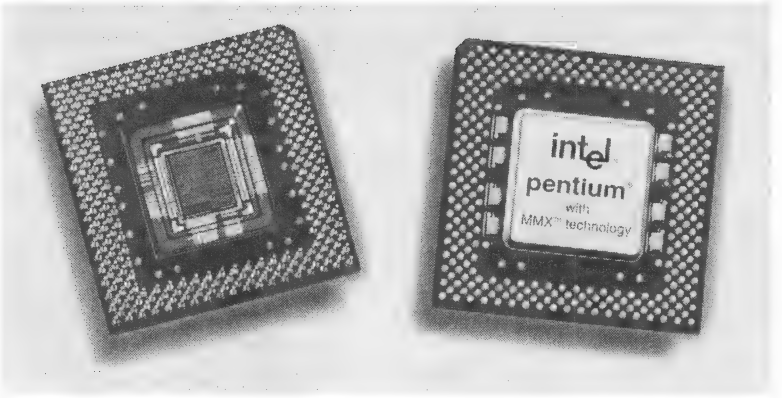


Рис. 3.1 Вид чипа Intel Pentium MMX сверху и снизу. Фотография публикуется с разрешения корпорации Intel

В архитектуре процессоров MMX есть два основных усовершенствования. Первое, фундаментальное, состоит в том, что все чипы MMX имеют больший внутренний встроенный кэш, чем их собратья, не имеющие MMX. Это повышает эффективность выполнения каждой программы и всего программного обеспечения, независимо от того, использует ли оно фактически команды MMX.

Другое усовершенствование MMX состоит в расширении набора команд процессоров 57 новыми командами, а также введением новой возможности выполнения команд, называемой *одиночный поток команд — множественный поток данных* (*Single Instruction — Multiple Data — SIMD*).

В современных мультимедийных и сетевых приложениях часто используются циклы; хотя они занимают около 10% (или даже меньше) объема полного кода приложения, на их выполнение может уйти до 90% общего времени выполнения. SIMD позволяет одной команде выполнить одну и ту же операцию над несколькими данными, подобно тому как преподаватель, читая лекцию, обращается ко всей аудитории, а не к каждому студенту в отдельности. Технология SIMD позволяет ускорить выполнение циклов при обработке видео-, аудио-, графических и анимационных файлов; в противном случае эти циклы отнимали бы время у процессора.

Intel также добавила 57 новых команд, специально разработанных для более эффективного управления и обработки видео-, звуковых и графических данных. Эти команды предназначены для выполнения с высокой степенью параллелизма последовательностей, которые часто встречаются при работе мультимедийных программ. *Высокая степень параллелизма* в данном случае означает, что одни и те же алгоритмы применяются ко многим данным, например к данным в различных точках при изменении графического изображения.

Такие фирмы как AMD и Cyrix, получили разрешение у Intel на применение технологии MMX в их собственных процессорах.

Динамическое выполнение сначала использовалось в процессорах шестого поколения (P6). Динамическое выполнение — "творческая" комбинация трех методов обработки данных в процессоре, таких как предсказание множественного перехода (ветвления), потоковый ана-

лиз и спекулятивное выполнение (speculative execution). При динамическом выполнении более эффективно обрабатываются данные в процессоре, поскольку при этом учитывается логическая последовательность, а не просто обрабатывается поток команд.

Способ написания программного обеспечения может в значительной степени влиять на эффективность процессора. Например, на эффективность неблагоприятно воздействуют частые прерывания того, что делает процессор, и переходы (ветвления) к меткам в других местах в программе. Задержки также происходят, когда процессор не может обрабатывать новую команду, пока не завершена текущая инструкция. Динамическое выполнение позволяет процессору не только динамически предсказывать порядок выполнения команд, но и, если необходимо, выполнять их внутри арифметико-логического устройства в другом порядке с целью увеличения быстродействия.

Динамическое выполнение состоит из следующих элементов:

- *Предсказание множественного перехода (ветвления).* Предсказывает поток управления программы через несколько команд ветвления. При использовании специального алгоритма процессор может предсказать переходы или ветвления в потоке команд. Это применяется для чтения следующих команд из памяти с вероятностью не менее 90%. Это возможно потому, что во время выборки команд процессор также просматривает следующие далее в программе команды, т.е. процессор несколько "забегает" вперед.
- *Потоковый анализ.* Это средство анализирует и планирует выполнение команд, чтобы выполнить их в оптимальной последовательности, независимо от их первоначального порядка в программе. Процессор рассматривает декодируемые команды программного обеспечения и определяет, доступны ли они для обработки или же зависят от других команд, которые следует выполнить предварительно. Затем процессор определяет оптимальную последовательность обработки и выполняет команды наиболее эффективным способом.
- *Спекулятивное выполнение (Speculative Execution)* увеличивает эффективность с помощью опережающего просмотра счетчика команд, а также путем выполнения команд, которые, вероятно, потребуется выполнить позже. Поскольку обработка команд программного обеспечения основана на предсказании ветвлений, результаты сохраняются в пуле (накопителе) и могут быть использованы в дальнейшем. Если в результате обработки потока команд окажется, что эти команды должны быть выполнены, то уже завершенные команды пропускаются, а их результаты записываются в основные регистры процессора в первоначальном порядке выполнения команд программы. Эта методика, по существу, позволяет процессору завершать команды заранее, а затем использовать уже вычисленные результаты по мере необходимости.

Динамическое выполнение — один из отличительных признаков всех процессоров шестого поколения.

Архитектура двойной независимой шины (Dual Independent Bus, DIB). Архитектура двойной независимой шины (Dual Independent Bus — DIB) впервые была реализована в процессоре шестого поколения. DIB была предназначена для увеличения пропускной способности шины процессора и повышения производительности. При наличии двух (или двойной!) независимых шин данных для ввода-вывода процессор получает доступ к данным из любой из шин одновременно и параллельно, а не последовательно, как в системе с одной (одиночной!) шиной. Вторая, или фоновая (реверсная — backside), входная шина процессора с DIB применяется кэшем второго уровня, поэтому он может работать значительно быстрее чем, если бы ему пришлось использовать (совместно с процессором!) основную шину процессора.

В архитектуре двойной независимой шины предусмотрены две шины: шина кэша второго уровня и шина, соединяющая процессор и основную память, или системная шина. Процессоры P6 Pentium Pro и Pentium II могут использовать обе шины одновременно, благодаря чему

снижается критичность такого параметра, как пропускная способность шины. Например, в процессоре Pentium II на 400 МГц с архитектурой с двойной независимой шиной кэш второго уровня работает более чем в три раза быстрее по сравнению с кэшем второго уровня ранних процессоров Pentium. Поскольку частота, на которой работает фоновая шина, или шина кэша второго уровня, пропорциональна частоте, на которой работает ядро процессора, то с увеличением частоты в процессорах Pentium II будущих поколений будет возрастать и быстродействие кэша второго уровня.

Чтобы реализовать архитектуру DIB, необходимо переместить кэш-память второго уровня с системной платы в один корпус с процессором. Это позволит приблизить быстродействие кэша второго уровня к быстродействию встроенного кэша, которое значительно превосходит быстродействие памяти, помещаемой на системную плату. Чтобы поместить кэш в корпус процессора, понадобилось модифицировать гнездо центрального процессора. Единственный процессор, который устанавливается в гнездо типа Socket и поддерживает DIB, — Pentium Pro; он устанавливается в Socket 8. В Pentium Pro встроенный кэш находится непосредственно на кристалле процессора (как во всех 486-х и более высокопроизводительных процессорах), а кэш второго уровня содержится внутри картриджа чипа, но на отдельном кристалле (или кристаллах). Благодаря этому нововведению быстродействие кэша второго уровня стало полностью соответствовать быстродействию процессора.

В Pentium II реализован более дешевый и простой (в отношении изготовления) подход. Поместив процессор и кэш второго уровня как отдельные чипы внутри одного корпуса[1], удалось получить более простой в изготовлении, а следовательно, и более дешевый модуль центрального процессора. В корпус Single Edge Contact (SEC, или корпус с односторонним контактом) были встроены фоновая шина и кэш второго уровня. В корпусе SEC, изготовленном из пластмассы и металла, содержатся процессор и кэш второго уровня. Эти подкомпоненты установлены непосредственно на подложке (или основе), расположенной внутри корпуса, поэтому они могут функционировать на высокой частоте. Благодаря технологии изготовления корпуса SEC стало возможным использовать широкодоступную, высокоэффективную, соответствующую лучшим промышленным стандартам, оперативную память типа BSRAMS (Burst Static RAMs — пакетная статическая оперативная память) для кэша второго уровня. Стоимость этих чипов значительно меньше стоимости специально разработанных чипов кэша, используемых внутри упаковки центрального процессора Pentium Pro.

В большинстве процессоров Pentium II кэш второго уровня работает на частоте, равной половине тактовой частоты процессора. Внутри корпусов большинства процессоров устанавливается кэш второго уровня емкостью 512 Кбайт, но в будущем емкость может измениться. В настоящее время Intel в корпус процессора устанавливает стандартные микросхемы кэш-памяти, но, в принципе, Intel может выпускать процессоры Pentium II вообще без кэш-памяти второго уровня или с кэш-памятью второго уровня емкостью, равной нескольким мегабайтам.

Корпус SEC процессора Pentium II соединяется с системной платой через соединитель с одним краем контактов, а не с множеством штырьков, используемых в пакетных гнездах типа Pin Grid Array (решеточный массив штырьков).

DIB также позволяет системой шине выполнять одновременно несколько транзакций (а не одну последовательность транзакций), благодаря чему ускоряется поток информации внутри системы и увеличивается эффективность. Все средства архитектуры Dual Independent Bus (двойная независимая шина) повышают пропускную способность почти в три раза по сравнению с процессором с архитектурой с одиночной шиной.

---

[1] Иногда называется также картриджем (кассетой). — *Прим. ред.*

Производство процессоров

Основным химическим элементом, используемым при производстве процессоров, является кремний, самый распространенный элемент на земле. Кремний — основной компонент, из которого состоит прибрежный песок (кремниевый диоксид); однако в таком виде он не достаточно чист для производства микросхем.

Прежде чем использовать кремний для изготовления микросхем, его очищают, плавят, после чего он кристаллизируется; из этого материала делают большие цилиндрические заготовки. В настоящее время используются заготовки диаметром приблизительно 8 дюймов и длиной около 50 дюймов, весить они могут сотни фунтов. Заготовка вставляется в цилиндр диаметром 200 мм (текущий стандарт), часто с плоской вырезкой на одной стороне — для точности позиционирования и обработки. Затем каждая заготовка разрезается алмазной пилой более чем на тысячу круговых подложек, каждая подложка тоньше миллиметра. После этого подложка полируется до тех пор, пока ее поверхность не станет зеркально-гладкой.

В производстве микросхем используется процесс, называемый *фотолитографией*. Технология этого процесса такова: на полупроводник, служащий основой чипа, один за другим наносятся слои разных материалов; таким образом создаются транзисторы, электронные схемы и проводники (дорожки), по которым распространяются сигналы. В точках пересечения специфических схем можно создать транзистор или переключатель (вентиль).

Фотолитографический процесс начинается с покрытия подложки слоем полупроводника со специальными добавками, затем этот слой покрывается фоторезистивным химическим составом, а после этого изображение микросхемы проектируется на ставшую теперь светочувствительной поверхность. *Донорные примеси* — так называются химические примеси, добавляемые к кремнию (который, естественно, является непроводником, изолятором и диэлектриком); в результате их добавки получается полупроводник. Проектор использует специальный фотошаблон (маску), который является, по сути, картой данного конкретного слоя чипа. (Микросхема Pentium II содержит четыре слоя; другие современные процессоры могут иметь шесть или больше слоев. При разработке нового процессора потребуется спроектировать по одному фотошаблону для каждого слоя чипа.)

Проходя через первый фотошаблон, свет фокусируется на поверхности подложки, оставляя отпечаток изображения этого слоя чипа. (Каждое изображение на чипе называется кристаллом.) Затем специальное устройство немножко перемещает подложку, а тот же самый фотошаблон (маска) используется для печати следующего чипа. После того как чипы будут отпечатаны на всей подложке, едкая щелочь смоет те области, где свет воздействовал на фоторезистивное вещество, оставляя отпечатки фотошаблона (маски) конкретного слоя микросхемы и межслойные соединения (соединения между слоями), а также пути прохождения сигналов. После этого на подложку наносится другой слой полупроводника, затем опять немного фоторезистивного вещества поверх него, потом используется следующий фотошаблон (маска) для создания следующего слоя микросхемы. Таким способом слои наносятся один поверх другого до тех пор, пока не будет полностью изготовлена микросхема.

Когда обработка круговой подложки завершится, на ней будет фотоспособом отпечатано максимально возможное количество чипов. Микросхема, как правило, имеет форму квадрата или прямоугольника, по краям подложки остаются некоторые "свободные" участки, хотя производители стараются использовать каждый квадратный миллиметр поверхности.

В настоящее время стандартный размер подложки — 200 мм в диаметре, или чуть меньше 8 дюймов. Общая площадь подложки приблизительно равна 31 416 квадратных миллиметров. В современном процессоре Pentium II 300 МГц содержится 7,5 миллионов транзисторов, для их изготовления используется 0,35-микронная технология (один микрон — миллионная доля метра). При изготовлении по этой технологии сторона квадратного кристалла равна 14,2 мм, а площадь — 202 мм^2. Таким образом, из одной подложки диаметром 200 мм можно получить приблизительно 150 микросхем Pentium II 300 МГц.

В промышленности наблюдается тенденция к увеличению подложки и уменьшению размера элементов на кристалле микросхемы. В названии технологии указан размер отдельно взятых элементов схем и транзисторов на чипе. Например, при изготовлении Pentium II 333 МГц используется технология, называемая 0,25-микронной; размер кристалла, изготовленного по этой технологии, меньше: кристалл имеет форму квадрата со стороной всего лишь 10,2 мм, а площадь микросхемы равна 104 мм^2. Теперь на той же самой подложке диаметром 200 миллиметров (8-дюймов) может разместиться приблизительно 300 микросхем Pentium II, т.е. в два раза больше, чем при использовании старой 0,35-микронной технологии.

В промышленности наблюдается тенденция к увеличению диаметра подложки: в настоящее время используются подложки диаметром 200 мм (8-дюймов), но, скорее всего, в недалеком будущем диаметр подложки будет увеличен до 300 мм (12-дюймов). А если увеличится площадь поверхности, значит, увеличится и количество изготавливаемых из одной подложки чипов (что составит приблизительно 675 чипов). Intel и другие производители собираются перейти к использованию подложек диаметром 300 мм уже в 2000 году.

При вводе новой поточной линии не все микросхемы на подложке будут годными. Но по мере совершенствования технологии производства данной микросхемы возрастет и процент годных микросхем. Процент годных (работающих) микросхем называется *выходом годных*. В начале выпуска новой продукции процент годных может быть ниже 50%, однако ко времени, когда выпуск продукта данного типа прекращается, процент годных уже составляет 90%[1]. Большинство изготовителей микросхем скрывает реальные цифры выхода годных, поскольку знание фактического отношения годных к бракованным может быть на руку их конкурентам. Если какая-либо компания будет иметь конкретные данные о том, как быстро увеличивается выход годных у конкурентов, она может скорректировать цены на микросхемы или спланировать производство так, чтобы увеличить свою долю рынка в критический момент. Например, в течение 1997 и 1998 годов у AMD был низкий выход годных, и компания утратила значительную долю рынка (по слухам, этим была вызвана отставка их главного разработчика микросхем, Винхода Дахма (Vinhod Dahm)). Несмотря на то, что AMD и предпринимала усилия для решения этой проблемы, все же ей пришлось подписать соглашение, в соответствии с которым IBM Microelectronics должна была произвести и поставить AMD некоторые, ею же разработанные микропроцессоры. IBM известна как непревзойденный лидер в разработке технологий производства микросхем, она имеет свои заводы, которым нет равных по промышленным мощностям и качеству выпускаемой продукции.

По завершении обработки подложки специальное устройство проверяет каждую микросхему на ней и отмечает некачественные, которые позже будут отбракованы. Затем микросхемы вырезаются из подложки с помощью высокопроизводительного лазера или алмазной пилы.

После того как кристаллы вырезаны из подложек, каждый чип испытывается отдельно, упаковывается и снова проходит тест. Процесс упаковки называется *соединением*: после того как кристалл помещается в корпус, специальная машина соединяет тонюсенькими золотыми проводами выводы кристалла со штырьками на корпусе микросхемы. Затем микросхема упаковывается в специальный пакет — контейнер, который, по существу, предохраняет ее от неблагоприятных воздействий внешней среды.

После того как выводы кристалла были соединены со штырьками на корпусе микросхемы, а микросхема упакована, выполняется заключительное тестирование, чтобы определить правильность функционирования и номинальное быстродействие. Различные микросхемы одной и той же серии зачастую обладают различным быстродействием. Специальные тестирующие приборы заставляют каждый чип работать в различных условиях (при разных давлениях, температурах и тактовых частотах), определяя значения параметров, при которых прекраща-

[1] На заре внедрения СБИС выход годных был равен 1–2%, а 10–20% считалось огромным достижением. — *Прим. ред.*

ется корректное функционирование микросхемы. Параллельно определяется максимальное быстродействие микросхемы; после этого микросхемы сортируются по быстродействию и распределяются по приемникам: микросхемы с близкими параметрами попадают в один и тот же приемник. Например, микросхемы Pentium II 233, 266 и 300 МГц представляют собой одну и ту же микросхему, т.е. все они были напечатаны с одного и того же фотошаблона, кроме того, сделаны они из одной и той же заготовки, но в конце производственного цикла были отсортированы по быстродействию.

Поскольку в процессе производства, естественно, усовершенствуется линия по сборке чипов, процент версий с более высоким быстродействием возрастает. Это означает, что, если на подложке всего 150 микросхем, скорее всего, более 100 из них будут работать с тактовой частотой 300 МГц и только несколько из них не будет обладать таким быстродействием. Парадокс состоит в том, что Intel продает намного больше дешевых микросхем, маркированных частотами 233 и 266 МГц. Вероятно, это происходит потому, что процессоры, которые могли бы работать на частоте 300 МГц, автомат на основе результатов тестирования направляет в приемник для процессоров, предназначенных для работы на частотах 233 или 266 МГц. Далее эти микросхемы соответствующим образом маркируются и продаются по более низкой цене. Пользователи, обнаружив, что многие из этих дешевых чипов фактически работают на гораздо более высокой тактовой частоте, чем та, что указана в маркировке, стали повышать частоту, на которой работает процессор[1]. Теория разгона (overclocking) описывает поведение микросхемы на тактовых частотах, превышающих номинальную. Во многих случаях процессор работает без сбоев, поскольку, по сути, эти процессоры были рассчитаны на более высокое быстродействие, просто в их маркировке указана более низкая тактовая частота.

Intel решила положить конец этому, встроив защиту от разгона в большинство своих новейших чипов. Это делается в процессе соединения: микросхемы изменяются так, что они не работают при тактовых частотах, превышающих ту, которая на них указана (и в соответствии с которой была установлена их цена). Были изменены схемы, связанные со штырьками частоты шины (Bus Frequency — BF); благодаря этому стало возможным контролировать внутренний множитель, используемый микросхемой. Но даже после этого некоторые пользователи нашли способ повысить тактовую частоту шины системных плат, и при том, что микросхема не позволяет устанавливать более высокий множитель, им все же удалось повысить быстродействие.

Я недавно установил процессор 200 МГц Pentium в системе, которая, как предполагалось, должна использовать множитель 3x при тактовой частоте системной платы 66 МГц. Я попробовал изменить множитель, установив его равным 5x, а не 3x, но микросхема отказалась работать быстрее; фактически она работала с тем же самым или даже более низким, чем прежде, быстродействием. Это — явный признак внутренней защиты от разгона. Но на моей системной плате был переходник для установки нештатной тактовой частоты 75 МГц; после установки множителя 3x тактовая частота процессора фактически была увеличена до 225 МГц. Система работала быстро и без сбоев. Однако я не рекомендовал бы повышать таким образом тактовую частоту процессора, особенно это касается компьютеров, на которых выполняется ответственная работа. Хотя иногда интересно попробовать: я автомобилист и люблю "разгонять" свой автомобиль[2]!

Корпуса

Для процессоров спроектировано много разновидностей корпусов, но чаще всего используются Pin Grid Array (PGA), Tape Carrier Package (TCP) и Single Edge Cartridge (SEC, или

---

[1] Это называется разгоном (overclocking). — *Прим. ред.*

[2] Некоторые пользователи "обманывают" защиту от разгона, откусывая соответствующий штырек. Однако повышение тактовой частоты приводит к увеличению выделения тепла, и микросхема может выйти из строя. Гарантией такое обращение с процессором не предусмотрено! — *Прим. ред.*

корпус с односторонним контактом). В настольных системах применяются корпуса PGA и SEC, а в портативных компьютерах — TCP.

PGA. Корпус типа PGA до недавнего времени был самым распространенным. Он использовался начиная с 80-х годов для процессоров 286 и сегодня применяется для процессоров Pentium и Pentium Pro. На нижней части корпуса микросхемы имеется решеточноподобный массив штырьков. Корпус PGA вставляется в гнездо типа ZIF (Zero Insertion Force — нулевая сила вставки). Гнездо ZIF имеет рычаг для упрощения процедуры установки и удаления чипа.

Для большинства процессоров Pentium используется разновидность PGA — SPGA (Staggered Pin Grid Array — шахматная решетка массива штырьков), где штырьки на нижней стороне чипа расположены в шахматном порядке, а не в стандартном — по строкам и столбцам. Это было сделано для того, чтобы разместить штырьки ближе друг к другу и уменьшить занимаемую микросхемой площадь. Справа на рис. 3.2 показан корпус Pentium Pro, на котором штырьки расположены по двойному шаблону SPGA; рядом с ним — обычный корпус процессора Pentium 66. Обратите внимание, что на верхней половине корпуса Pentium Pro имеются дополнительные штырьки, которые расположены среди других строк и столбцов в шахматном порядке.

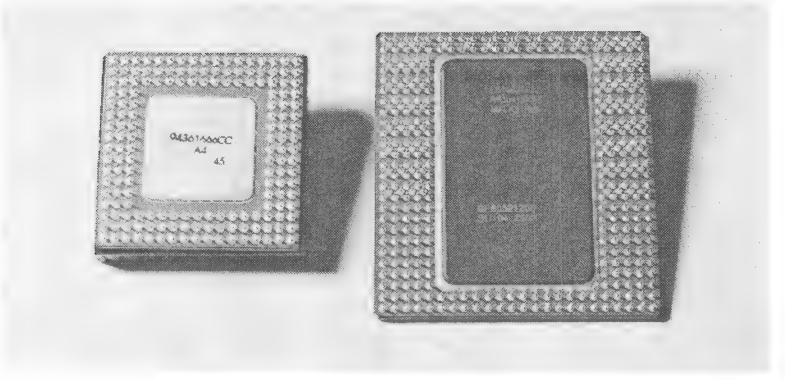


Рис. 3.2. Pentium 66 в корпусе PGA (слева) и Pentium Pro корпусе SPGA, на котором штырьки расположены по двойному шаблону (справа)

Корпус Single Edge Cartridge (SEC, или корпус с односторонним контактом). Фактически, корпуса всех процессоров, предшествовавших Pentium II, проектировались по принципу "каждому чипу – свое гнездо". При проектировании корпуса процессора Pentium II пришлось отказаться от этого подхода; корпус этой микросхемы относится к типу Single Edge Cartridge (SEC, корпус с односторонним контактом). Процессор и несколько микросхем кэш-памяти второго уровня установлены на маленькой плате (очень похожей на память SIMM, только несколько больших размеров); эта плата запечатана в картридж из металла и пластмассы. Картридж вставляется в разъем системной платы, называемый Slot 1, который очень похож на слот платы адаптера.

Slot 1 — разъем системной платы, имеющий 242 контакта. Размеры разъема Slot 1 показаны на рис. 3.3. Корпус SEC, внутри которого находится процессор, вставляется в Slot 1 и фиксируется специальной скобой. Иногда имеется крепление для системы охлаждения процессора. На рис. 3.4 показаны части крышки, из которых состоит картридж SEC. Обратите внимание на большую пластину, рассеивающую тепло, выделяемое процессором.

Основная причина перехода к использованию этого корпуса состояла в том, чтобы при минимуме затрат переместить кэш-память второго уровня с системной платы на одну плату с процессором. Используя корпус SEC, Intel может легко варьировать объем и быстродействие кэш-памяти, поставляемой в одной упаковке с процессором Pentium II.

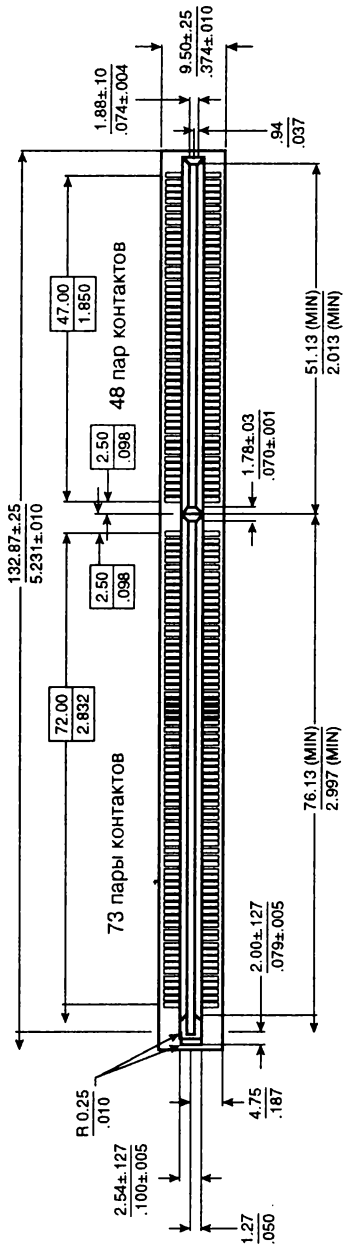


Рис. 3.3. Размеры разъема Slot 1 для процессора Pentium II

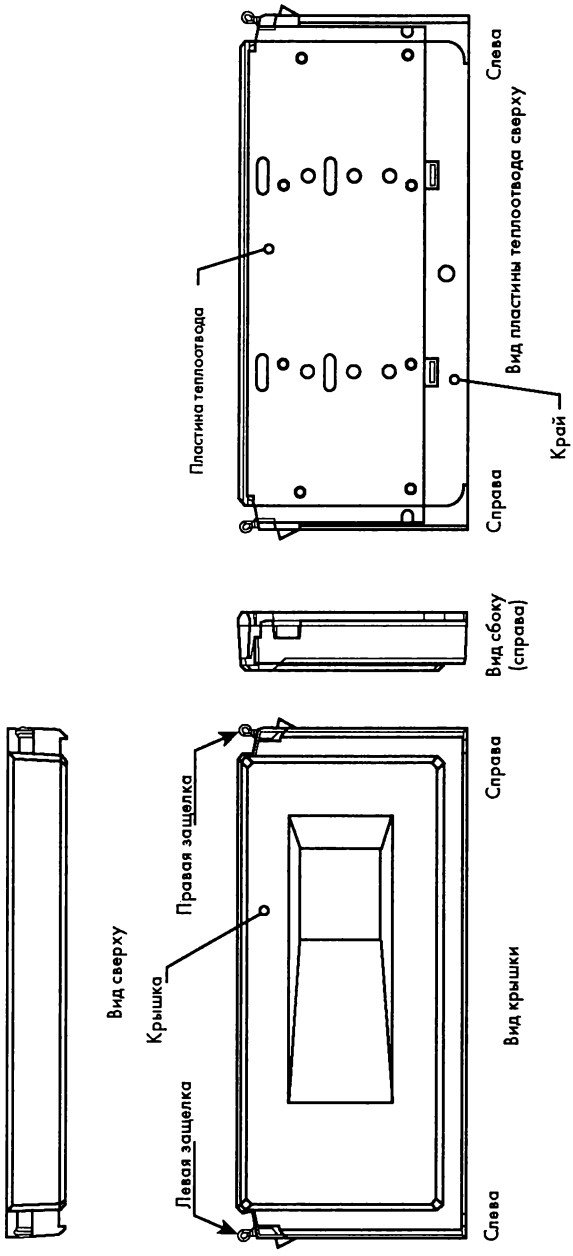


Рис. 3.4. Детали корпуса SEC для процессора Pentium II

Гнезда для процессоров

Intel разработала восемь типов гнезд — от Socket 1, рассчитанного на установку 486-го процессора, до Socket 8, рассчитанного на установку процессора Pentium Pro. Характеристики типов гнезд приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5. Характеристики типов гнезд для процессоров 486/Pentium

Тип гнезда	Количество контактов	Расположение контактов	Напряжение питания, В	Устанавливаемые процессоры
Socket 1	169	17x17 PGA	5	SX/SX2, DX/DX2*, DX4 OverDrive
Socket 2	238	19x19 PGA	5	SX/SX2, DX/DX2*, DX4 OverDrive, 486 Pentium OverDrive
Socket 3	237	19x19 PGA	5 /3,3	SX/SX2, DX/DX2, DX4, 486 Pentium OverDrive
Socket 4	273	21x21 PGA	5	Pentium 60/66, Pentium 60/66 OverDrive
Socket 5	320	37x37 PGA	3,3	Pentium 75-133, Pentium 75 + OverDrive
Socket 6**	235	19x19 PGA	3,3	DX4, 486 Pentium OverDrive
Socket 7	321	37x37 PGA	Модуль изменения напряжения (VRM)	Pentium 75-200, Pentium 75 + OverDrive
8	387	Двойной корпус SPGA	Модуль изменения напряжения (VRM)	Pentium Pro
Slot 1	242	Slot	Модуль изменения напряжения (VRM)	Pentium II

* *Допускается установка DX4 с адаптером, понижающим напряжение питания.*

** *Гнездо типа 6 никогда не устанавливалось в какую-либо систему.*

Гнезда Socket 1, Socket 2, Socket 3 и Socket 6 предназначены для процессора 486 (рис. 3.5). Гнезда Socket 4, Socket 5, Socket 7 и Socket 8 предназначены для процессоров Pentium и Pentium Pro (рис. 3.6). Более детальные рисунки и подробное описание каждого гнезда приводятся ниже.

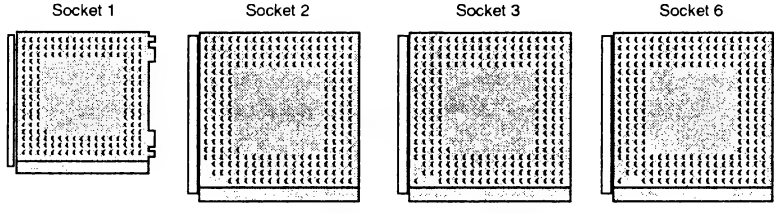


Рис. 3.5. Гнезда для процессора 486

Гнездо OverDrive, позже названное Socket 1, относится к гнездам типа PGA со 169 штырьками. Системные платы с этим гнездом поддерживают любой из процессоров 486SX, DX, DX2 и DX2/OverDrive. Гнездо этого типа может использоваться в большинстве систем

на основе процессора 486, которые первоначально были рассчитаны на обновление с помощью OverDrive. На рис. 3.7 показаны выводы гнезда Socket 1.

Процессор DX в своем первоначальном варианте потреблял ток не более 0,9 А при напряжении питания 5 В и тактовой частоте 33 МГц (потребляемая мощность — 4,5 Вт) и не более 1 А при тактовой частоте 50 МГц (5 Вт). Ток потребления у процессора DX2 или OverDrive не превышает 1,2 А при тактовой частоте 66 МГц (6 Вт). При столь незначительной мощности можно использовать пассивный теплоотвод — алюминиевый ребристый радиатор, который прикрепляется к процессору теплопроводящей эпоксидной смолой. Для процессоров OverDrive с тактовой частотой менее 40 МГц теплоотвод вообще не нужен.

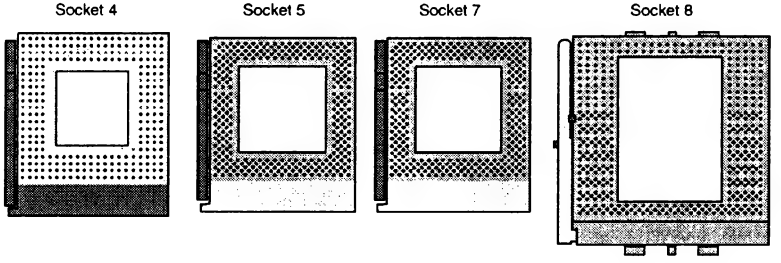


Рис. 3.6. Гнезда для процессора Pentium и Pentium Pro

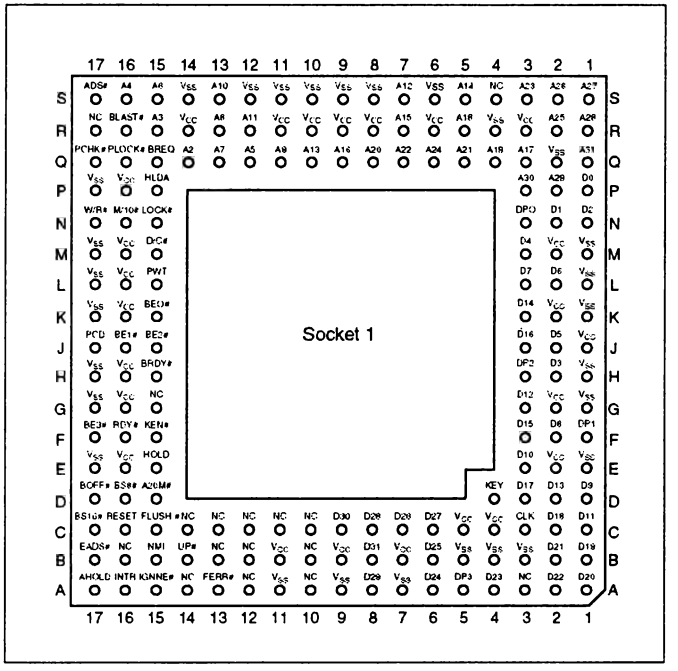


Рис. 3.7. Расположение выводов в гнезде типа Socket 1 фирмы Intel

Когда начался выпуск процессора DX2, фирма Intel уже разрабатывала свой Pentium. Было решено выпустить "усеченную" 32-разрядную модель Pentium для модернизации компьютеров, в которых используется процессор DX2. Вместо того чтобы просто повысить тактовую частоту, фирма Intel создала совершенно новую микросхему с расширенными возможностями процессора Pentium.

Эта микросхема, названная *Pentium OverDrive Processor*, подключается в гнездо типа Socket 2 или Socket 3. На системных платах с такими гнездами могут устанавливаться любые процессоры — 486 SX, DX, DX2 и Pentium OverDrive. Поскольку этот процессор, в сущности, является 32-разрядной версией Pentium (обычно 64-разрядного), многие стали называть его *Pentium SX*. Он поставляется в нескольких версиях, которые работают на тактовых частотах 25/63 и 33/83 МГц. Первое число является частотой системной платы, а второе — рабочей частотой самого процессора Pentium OverDrive. Это процессор с тактовой частотой, в 2,5 раза превышающей тактовую частоту системной платы (т.е. множитель для тактовой частоты процессора равен 2,5). На рис. 3.8 показано расположение выводов стандартного гнезда типа Socket 2.

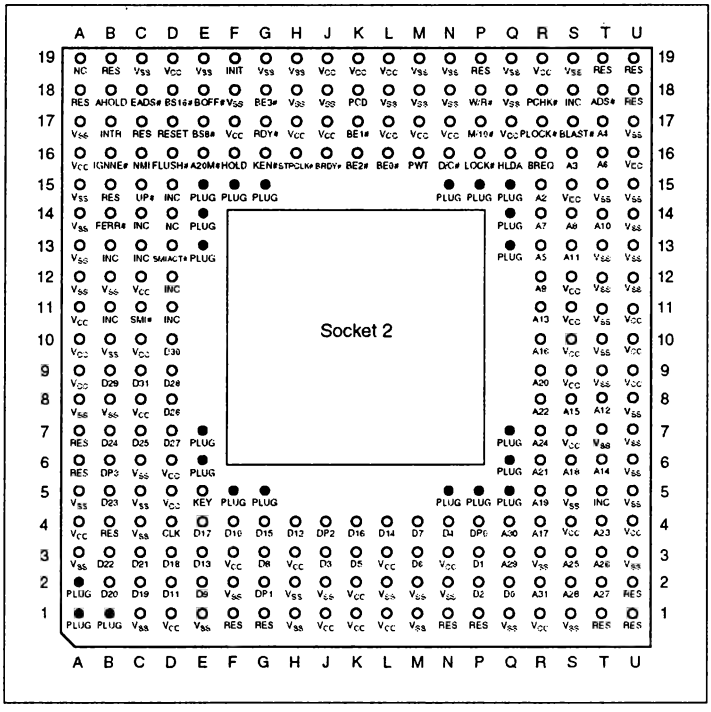


Рис. 3.8. Расположение выводов 238-контактного гнезда типа Socket 2 фирмы Intel

Фирма Intel несколько поторопилась с разработкой гнезда типа Socket 2, поскольку позже выяснилось, что во многих компьютерах микросхема процессора перегревается. Поэтому для процессора Pentium OverDrive был разработан активный теплоотвод, представляющий собой комбинацию обычного радиатора и электрического вентилятора. В отличие от дополнительных вентиляторов, приклеиваемых или прикрепляемых зажимами, для питания этого вентилятора используется напряжение 5 В, получаемое непосредственно из гнезда для установки микросхемы. При этом не нужны никакие дополнительные соединения с дисководом жесткого диска или блоком питания. Узел вентилятора вместе с радиатором крепится непосредственно к процессору, и при выходе вентилятора из строя его легко можно заменить.

Для установки активного теплоотвода над гнездом процессора должно быть свободное пространство — около 3,5 см от поверхности платы (для свободной циркуляции воздуха). В компьютерах, в которых такого зазора нет, заменить имеющийся процессор на Pentium OverDrive сложно или даже невозможно.

Еще одна проблема, возникающая при такой модернизации, связана с потребляемой мощностью. Процессор Pentium OverDrive потребляет ток около 2,5 А (вместе с вентилятором) при напряжении питания 5 В (потребляемая мощность — 12,5 Вт), что вдвое больше, чем у процессора DX2 на 66 МГц. Фирма Intel не учла это обстоятельство при разработке стандарта на гнездо, поэтому были разработаны специальные устройства для проверки компьютеров на тепловую и механическую совместимость с Pentium OverDrive. Прежде чем приступать к модернизации компьютера, убедитесь в возможности ее выполнения.

Замечание

Системы, в которые можно установить Pentium OverDrive, перечислены на Web-сервере компании Intel: http//www.intel.com.

Размеры процессора Pentium OverDrive с активным теплоотводом показаны на рис. 3.9.

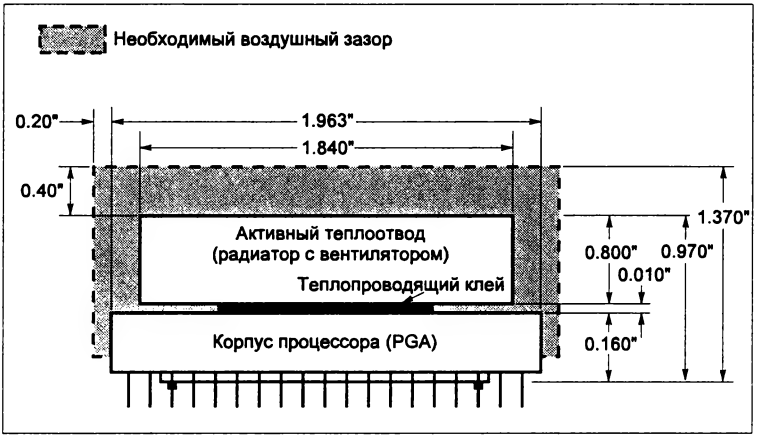


Рис. 3.9. Размеры процессора Pentium OverDrive с активным теплоотводом

Поскольку гнездо типа Socket 2 не было рассчитано на столь высокие токи потребления, а выделяемое процессором Pentium OverDrive количество теплоты при напряжении питания 5 В оказалось слишком большим, фирма Intel создала новый процессор, который практически представлял собой тот же самый Pentium OverDrive, но работающий при напряжении питания, равном 3,3 В, причем потребляемый ток не превышал 3,0 А (потребляемая мощность — 9,9 Вт); помимо того, от источника питания с напряжением 5 В работал вентилятор, потребляющий еще 0,2 А (1 Вт). Таким образом, суммарная потребляемая мощность равнялась 10,9 Вт, что несколько меньше, чем у процессоров с напряжением питания 5 В. Конструкция теплоотвода этой ИС аналогична вышеописанной, а вентилятор в случае неисправности по-прежнему легко можно снять и заменить.

Для монтажа процессоров DX4 и Pentium OverDrive с напряжением питания 3,3 В фирма Intel разработала новое гнездо. Кроме указанных микросхем с напряжением питания 3,3 В, в это гнездо можно установить и старые микросхемы SX, DX, DX2 и даже Pentium OverDrive (все с 5-вольтовым питанием). При наличии в компьютере гнезда типа Socket 3 становятся возможными самые разнообразные варианты модернизации.

Расположение контактов в гнезде показано на рис. 3.10.

Отметим, что в гнезде типа Socket 3, в отличие от гнезда типа Socket 2, предусмотрены один дополнительный контакт и несколько других контактов. У него более надежное расположение ключей, что дополнительно страхует вас от неправильной установки микросхемы. Но у этого гнезда есть один серьезный недостаток: в нем автоматически не определяется необходимое для

установленной микросхемы напряжение питания. Обычно рядом с гнездом на системной плате находится перемычка, переставляя которую, можно выбрать напряжение (5 или 3,3 В).

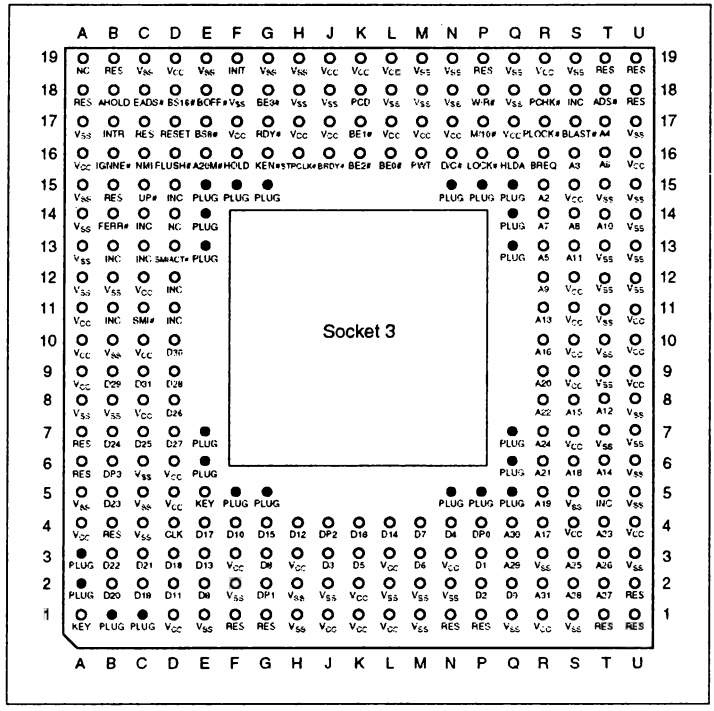


Рис. 3.10. 237-контактное гнездо типа Socket 3 фирмы Intel

Внимание

Но поскольку перемычка переставляется вручную, не исключена ошибка, что в гнездо с установленным напряжением 5 В будет вставлена микросхема, рассчитанная на 3,3 В. В этом случае при включении питания дорогая микросхема моментально выйдет из строя. Учтите это обстоятельство и трижды перепроверьте положение перемычки, прежде чем включать компьютер после замены процессора. Возможна и другая ошибка: 5-вольтовый процессор вставляется в гнездо с напряжением 3,3 В. Ничего страшного при этом не произойдет, но компьютер работать не будет до тех пор, пока вы не измените положение перемычки.

В первых процессорах Pentium с тактовыми частотами 60 и 66 МГц было 273 вывода; для них было предусмотрено соответствующее гнездо типа Socket 4 с напряжением питания 5 В (рис. 3.11). В это гнездо можно установить первые ИС Pentium с тактовыми частотами 60 и 66 МГц, а также процессор OverDrive.

Любопытно, что исходный процессор Pentium с тактовой частотой 66 МГц потребляет ток до 3,2 А при напряжении питания 5 В (16 Вт) (без учета мощности, потребляемой активным теплоотводом (вентилятором)), а ток потребления заменяющего его процессора OverDrive с той же тактовой частотой не превышает 2,7 А (13,5 Вт), из которых примерно 1 Вт приходится на долю вентилятора. Даже первый Pentium с тактовой частотой 60 МГц потреблял ток 2,91 А при напряжении питания 5 В (14,55 Вт). Кажется странным, что заменяющий процессор, который, по идее, работает вдвое быстрее, потребляет при этом меньшую мощность. Это связано с различными технологиями производства первых процессоров Pentium и процессоров OverDrive.

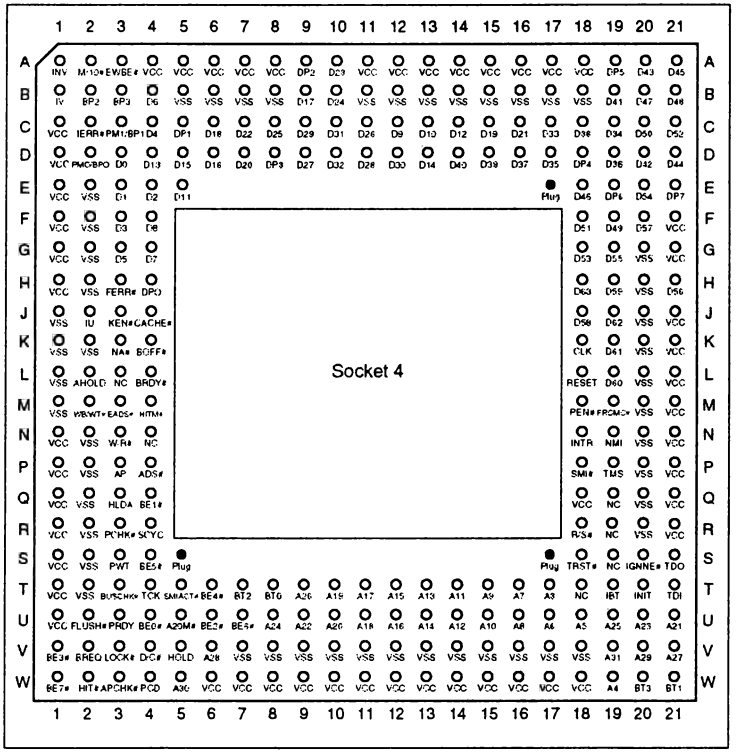


Рис. 3.11. 273-контактное гнездо типа Socket 4 фирмы Intel

Хотя обе микросхемы работают при напряжении питания 5 В, исходный вариант процессора Pentium производится по технологии, предусматривающей, что минимальный размер структуры на кристалле равен 0,8 мкм. При этом мощность, потребляемая микросхемой, существенно выше, чем при использовании новой технологии с минимальным размером структуры 0,6 мкм, которая используется при производстве процессоров OverDrive и других процессоров Pentium. Уменьшение размера структур — один из основных способов снижения энергопотребления. Хотя процессоры OverDrive для систем на базе Pentium и потребляют меньшую мощность, чем исходные микросхемы, при их установке в гнездо может возникнуть проблема, связанная со свободным пространством для активного теплоотвода, который крепится к верхней панели ИС. Как и в других OverDrive-процессорах со встроенным вентилятором, питание на двигатель подается непосредственно из гнезда процессора, и подключать что-либо еще не требуется. При необходимости вентилятор легко можно снять.

Повысив тактовую частоту процессора Pentium до 75, 90 и 100 МГц, фирма Intel перешла на технологию, позволяющую получить минимальный размер структур 0,6 мкм, и на напряжение питания 3,3 В. В результате удалось снизить потребляемую мощность до 10,725 Вт (3,25 А при напряжении 3,3 В). Таким образом, процессор с тактовой частотой 100 МГц потребляет значительно меньшую мощность, чем первый Pentium, работавший на тактовой частоте 60 МГц. В самых последних процессорах Pentium, Pentium Pro и Pentium II используется размер структур 0,35 мкм, что обеспечивает еще меньшее потребление мощности и крайне высокую тактовую частоту без перегрева процессора.

В процессорах Pentium 75 и некоторых последующих предусмотрено 296 выводов; эти процессоры устанавливаются в 320-контактное гнездо типа Socket 5. Свободные контакты были зарезервированы для процессора Pentium OverDrive. В гнезде типа Socket 5 контакты расположе-

ны в шахматном порядке (по сетке *SPGA — Staggered Pin Grid Array*), что позволило увеличить плотность их расположения (рис. 3.12).

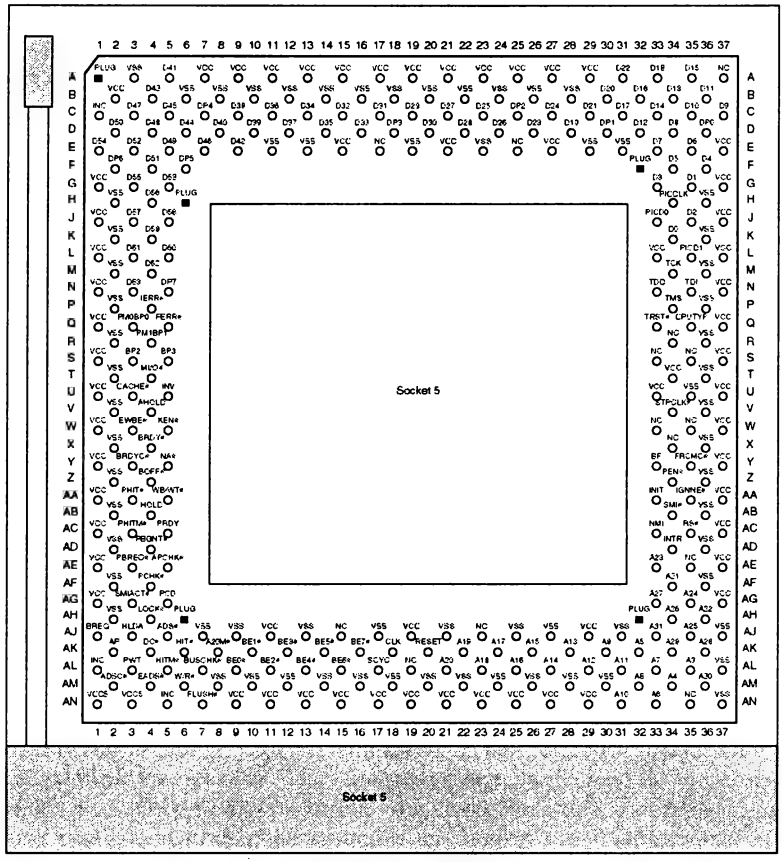


Рис. 3.12. 320-контактное гнездо типа Socket 5 фирмы Intel

В новом процессоре Pentium OverDrive, для которого, собственно, и предназначено это гнездо, предусматривается активный теплоотвод с вентилятором, причем напряжение на вентилятор подается непосредственно из гнезда. Ток потребления этого процессора не больше 4,33 А при напряжении питания 3,3 В (14,289 Вт), еще 0,2 А от 5-вольтового источника (1 Вт) потребляет вентилятор. Суммарная мощность не превышает 15,289 Вт, что даже меньше, чем у первого Pentium с тактовой частотой 66 МГц, хотя новый процессор чуть ли не в четыре раза быстрее!

Гнездо типа Socket 6 — это новая разработка, предназначенная специально для процессоров DX4 и 486 Pentium OverDrive. Оно представляет собой несколько модифицированное гнездо типа Socket 3, в котором закрыты два контактных отверстия, служащие дополнительными ключами. В гнезде типа Socket 6 235 контактов; оно рассчитано на установку процессора 486 или OverDrive с напряжением питания, равным 3,3 В. В него можно установить только процессоры DX4 и 486 Pentium OverDrive. Поскольку в гнезде типа Socket 6 предусмотрено напряжение питания 3,3 В, а устанавливаемые процессоры именно на него и рассчитаны, возможность сжечь микросхему при неправильной установке, существующая при использовании гнезда типа Socket 3, здесь исключена. В большинстве компьютеров с процессором DX4 применяется только гнездо типа Socket 6 (рис. 3.13).

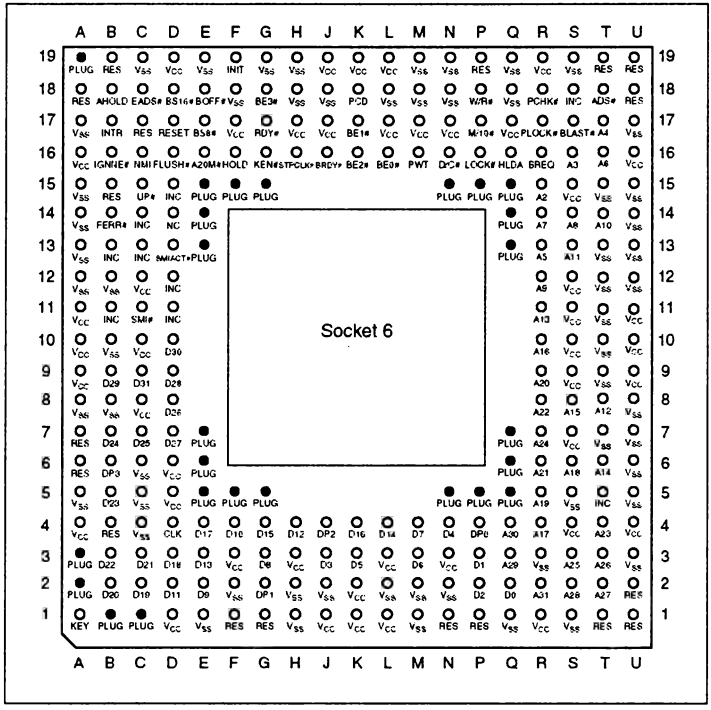


Рис. 3.13. 235-контактное гнездо типа Socket 6 фирмы Intel

Гнездо типа Socket 7, в сущности, представляет собой тип Socket 5 с одним дополнительным ключевым выводом во внутреннем углу ключевого контакта. Поэтому в гнезде типа Socket 7 всего 321 вывод, расположенный по сетке SPGA 21×21. Действительное отличие этого гнезда заключается не в нем самом, а в сопутствующем блоке регулирования напряжения питания VRM (Voltage Regulator Module).

Этот блок является небольшой платой, содержащей все схемы для регулирования напряжения, которые используются для понижения напряжения питания 5 В до напряжения, необходимого для питания процессора. Блок регулирования напряжения был введен по нескольким причинам. Первая — адаптеры напряжения нагреваются и очень ненадежны. Припаивание этих блоков на системную плату, как это делалось в гнезде типа Socket 5 Pentium, приводит к тому, что при выходе из строя блока регулирования напряжения приходится менять всю системную плату. Хотя технически адаптер заменить можно, многие из блоков регулирования напряжения питания припаяны, а это делает их замену длительной и дорогостоящей операцией. Кроме того, сегодня, когда новейшие системные платы стоят дешевле, чем раньше, заменять припаянный блок просто не имеет смысла. Съемный же адаптер, подключаемый с помощью разъема, заменить в случае неполадки гораздо проще.

Главной причиной появления блока регулирования напряжения стало создание фирмой Intel новых процессоров Pentium, работающих на разных напряжениях. Intel разработала различные версии процессоров Pentium, Pentium MMX, Pentium Pro и Pentium II: на 3,3 В (VR), 3,465 В (VRE), 3,1 В, 2,8 В и 2,45 В.

Иными словами, если вы хотите иметь плату Pentium, которая легко модернизируется до следующего поколения еще более быстродействующих процессоров и без проблем отлаживается в случае выхода из строя блока регулирования напряжения, купите системную плату с гнездом типа Socket 7 (рис. 3.14) и адаптером напряжения питания VRM.

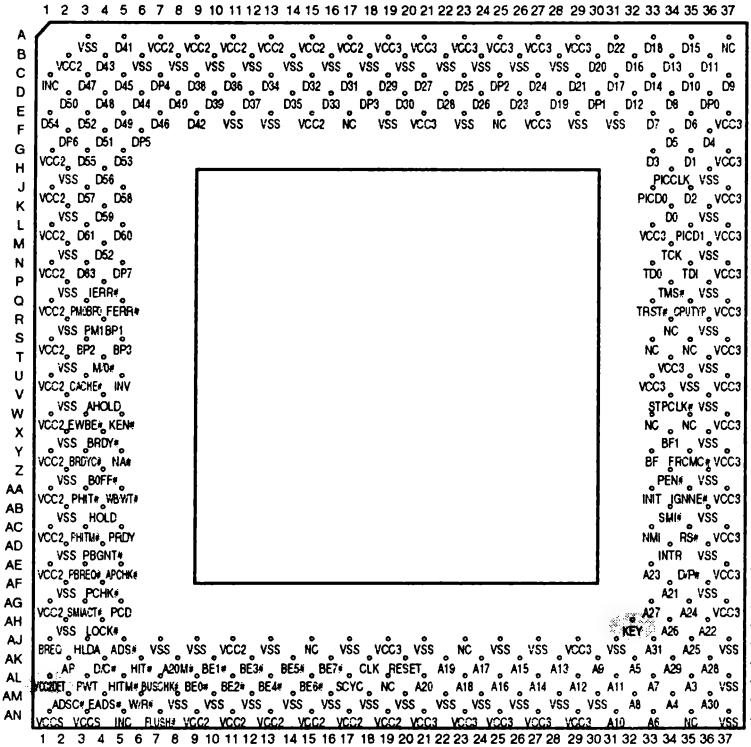


Рис. 3.14. Гнездо типа Socket 7 (вид сверху)

Socket 8 — гнездо SPGA, с огромным количеством (387) штырьков! Оно было специально разработано для процессора Pentium Pro с интегрированным кэшем второго уровня. Дополнительные штырьки должны позволить набору микросхем системной логики (чипсету) управлять кэшем второго уровня, который интегрирован в один корпус с процессором. Расположение выводов гнезда Socket 8 показано на рис. 3.15.

Гнезда ZIF (Zero Insertion Force — нулевая сила вставки). Коль скоро у пользователей не пропадает желание наращивать вычислительные возможности процессоров, производителям нужно побеспокоиться о том, чтобы процедура установки процессора была как можно проще. Однако, когда Intel разработала спецификацию гнезда Socket 1, оказалось, что, для того чтобы установить процессор в стандартное гнездо Socket 1, нужно приложить усилие (сила вставки), равное 100 фунтам. Это очень большое усилие — можно легко повредить микросхему или гнездо во время удаления или переустановки. Учитывая этот факт, некоторые изготовители системных плат стали использовать гнездо LIF (Low Insertion Force — небольшая сила вставки); для установки в это гнездо микросхемы со 169 штырьками обычно требовалось усилие в 60 фунтов. (При установке процессора в стандартное гнездо или LIF я советовал бы вынимать системную плату, чтобы вы могли поддерживать ее с другой стороны, когда вставляете микросхему.) Однако усилие и в 60 фунтов может повредить системную плату, кроме того, требуется специальный инструмент для удаления микросхемы из гнезда такого типа. Необходимо было разработать другой тип гнезда, дабы пользователь мог легко заменить центральный процессор.

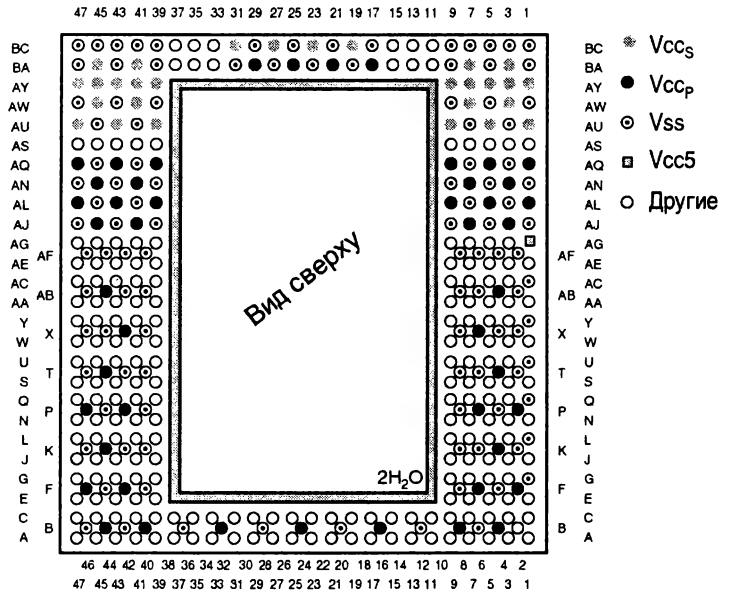


Рис. 3.15. Гнездо типа Socket 8 (вид сверху)

Таким гнездом стало специальное гнездо ZIF (Zero Insertion Force — нулевая сила вставки). Его начали применять в системных платах вместо гнезда Socket 1. Однако в спецификации гнезда Socket X не указано, относится это гнездо к типу ZIF, LIF или стандартному; в спецификации гнезда указано только расположение штырьков. В настоящее время почти все изготовители системных плат используют гнезда типа ZIF. Благодаря им сводится к минимуму риск повреждения при замене процессора — при установке процессора силу вообще прилагать не нужно! Большинство гнезд ZIF имеют рычаг; вы просто поднимаете рычаг, опускаете чип в гнездо, а затем опускаете рычаг. Заменить процессор при такой конструкции — элементарная задача.

Slot 1. Slot 1 используется для установки корпуса Single Edge Cartridge (SEC, или корпус с односторонним контактом), в котором находится процессор Pentium II. Внутри корпуса содержится плата, на которой установлены кэш второго уровня и процессор. В отличие от Pentium Pro, кэш второго уровня установлен на плате, а не внутри корпуса процессора. Это технологическое решение позволило Intel использовать стандартные микросхемы SRAM и оснащать процессоры Pentium II кэш-памятью различного объема. Например, есть Celeron-версии Pentium II, в которых вообще не установлена кэш-память второго уровня, но есть такие, в которых емкость кэш-памяти второго уровня превышает 512 Кбайт (стандарт для большинства процессоров Pentium II). На рис. 3.16 показаны размеры разъема Slot 1 и размещение контактов.

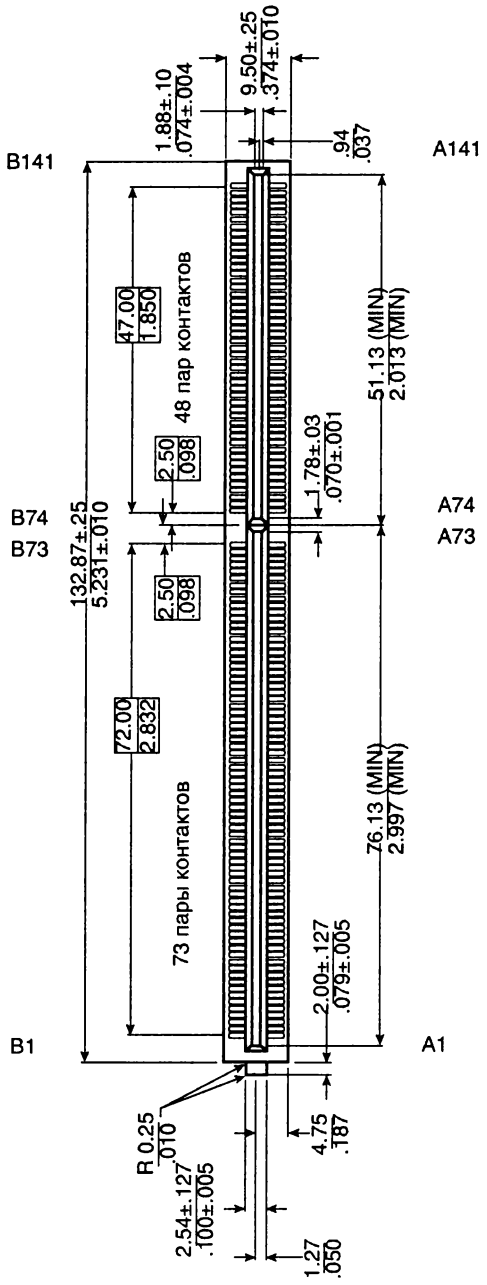


Рис. 3.16. Размеры разъема Slot 1 и размещение контактов

В табл. 3.7 перечислены все сигналы, предусмотренные для разъема типа Slot 1.

Таблица 3.7. Перечень сигналов в порядке номеров контактов

Номер контакта	Сигнал	Номер контакта	Сигнал
A1	VCC_VTT	B1	EMI
A2	GND	B2	FLUSH #
A3	VCC_VTT	B3	SMI #
A4	IERR #	B4	INIT #
A5	A20M #	B5	VCC_VTT
A6	GND	B6	STPCLK #
A7	FERR #	B7	TCK
A8	IGNNE #	B8	SLP #
A9	TDI	B9	VCC_VTT
A10	GND	B10	TMS
A11	TDO	B11	TRST #
A12	PWRGOOD	B12	Зарезервирован
A13	TESTHI	B13	VCC_CORE
A14	GND	B14	Зарезервирован
A15	THERMTRIP #	B15	Зарезервирован
A16	Зарезервирован	B16	LINT[1]/NMI
A17	LINT[0]/INTR	B17	VCC_CORE
A18	GND	B18	PICCLK
A19	PICD[0]	B19	BP # [2]
A20	PREQ #	B20	Зарезервирован
A21	BP # [3]	B21	BSEL #
A22	GND	B22	PICD[1]
A23	BPM # [0]	B23	PRDY #
A24	BINIT #	B24	BPM # [1]
A25	DEP # [0]	B25	VCC_CORE
A26	GND	B26	DEP # [2]
A27	DEP # [1]	B27	DEP # [4]
A28	DEP # [3]	B28	DEP # [7]
A29	DEP # [5]	B29	VCC_CORE
A30	GND	B30	D # [62]
A31	DEP # [6]	B31	D # [58]
A32	D # [61]	B32	D # [63]
A33	D # [55]	B33	VCC_CORE

Продолжение табл. 3.7

Номер контакта	Сигнал	Номер контакта	Сигнал
A34	GND	B34	D # [56]
A35	D # [60]	B35	D # [50]
A36	D # [53]	B36	D # [54]
A37	D # [57]	B37	VCC_CORE
A38	GND	B38	D # [59]
A39	D # [46]	B39	D # [48]
A40	D # [49]	B40	D # [52]
A41	D # [51]	B41	EMI
A42	GND	B42	D # [41]
A43	D # [42]	B43	D # [47]
A44	D # [45]	B44	D # [44]
A45	D # [39]	B45	VCC_CORE
A46	GND	B46	D # [36]
A47	Зарезервирован	B47	D # [40]
A48	D # [43]	B48	D # [34]
A49	D # [37]	B49	VCC_CORE
A50	GND	B50	D # [38]
A51	D # [33]	B51	D # [32]
A52	D # [35]	B52	D # [28]
A53	D # [31]	B53	VCC_CORE
A54	GND	B54	D # [29]
A55	D # [30]	B55	D # [26]
A56	D # [27]	B56	D # [25]
A57	D # [24]	B57	VCC_CORE
A58	GND	B58	D # [22]
A59	D # [23]	B59	D # [19]
A60	D # [21]	B60	D # [18]
A61	D # [16]	B61	EMI
A62	GND	B62	D # [20]
A63	D # [13]	B63	D # [17]
A64	D # [11]	B64	D # [15]
A65	D # [10]	B65	VCC_CORE
A66	GND	B66	D # [12]
A67	D # [14]	B67	D # [7]
A68	D # [9]	B68	D # [6]

Продолжение табл. 3.7

Номер контакта	Сигнал	Номер контакта	Сигнал
A69	D # [8]	B69	VCC_CORE
A70	GND	B70	D # [4]
A71	D # [5]	B71	D # [2]
A72	D # [3]	B72	D # [0]
A73	D # [1]	B73	VCC_CORE
A74	GND	B74	RESET #
A75	BCLK	B75	BR1 #
A76	BRO #	B76	FRCERR
A77	BERR #	B77	VCC_CORE
A78	GND	B78	A # [35]
A79	A # [33]	B79	A # [32]
A80	A # [34]	B80	A # [29]
A81	A # [30]	B81	EMI
A82	GND	B82	A # [26]
A83	A # [31]	B83	A # [24]
A84	A # [27]	B84	A # [28]
A85	A # [22]	B85	VCC_CORE
A86	GND	B86	A # [20]
A87	A # [23]	B87	A # [21]
A88	Зарезервирован	B88	A # [25]
A89	A # [19]	B89	VCC_CORE
A90	GND	B90	A # [15]
A91	A # [18]	B91	A # [17]
A92	A # [16]	B92	A # [11]
A93	A # [13]	B93	VCC_CORE
A94	GND	B94	A # [12]
A95	A # [14]	B95	A # [8]
A96	A # [10]	B96	A # [7]
A97	A # [5]	B97	VCC_CORE
A98	GND	B98	A # [3]
A99	A # [9]	B99	A # [6]
A100	A # [4]	B100	EMI
A101	BNR #	B101	SLOTOC #
A102	GND	B102	REQ # [0]
A103	BPRI #	B103	REQ # [1]

Окончание табл. 3.7

Номер контакта	Сигнал	Номер контакта	Сигнал
A104	TRDY #	B104	REQ # [4]
A105	DEFER #	B105	VCC_CORE
A106	GND	B106	LOCK #
A107	REQ # [2]	B107	DRDY #
A108	REQ # [3]	B108	RS # [0]
A109	HITM #	B109	VCC5
A110	GND	B110	HIT #
A111	DBSY #	B111	RS # [2]
A112	RS # [1]	B112	Зарезервирован
A113	Зарезервирован	B113	VCC_L2
A114	GND	B114	RP #
A115	ADS #	B115	RSP #
A116	Зарезервирован	B116	AP # [1]
A117	AP # [0]	B117	VCC_L2
A118	GND	B118	AERR #
A119	VID[2]	B119	VID[3]
A120	VID[1]	B120	VID[0]
A121	VID[4]	B121	VCC_L2

Напряжения питания центральных процессоров

В последнее время совершенно очевидна тенденция к снижению напряжения питания центральных процессоров. Наиболее очевидным следствием снижения напряжения питания является снижение потребляемой мощности. Конечно, если потребляемая мощность меньше, то функционирование системы обходится дешевле; еще более важным является снижение потребляемой мощности для переносных систем, так как благодаря этому компьютер может работать намного дольше на одной и той же батарее. Именно благодаря тому, что снижение потребляемой мощности значительно удлиняет срок службы батареи, были внедрены многие из усовершенствований, направленных на понижение напряжения питания процессора.

Еще одним преимуществом является то, что при пониженном напряжении, а следовательно, и при более низкой потребляемой мощности, выделяется меньше тепла. Процессор и вентилятор можно размещать ближе к другим компонентам, т.е. упаковка системы может быть более плотной; кроме того, срок службы процессора возрастает. К преимуществам можно отнести и то, что процессор вместе с вентилятором потребляет меньшую мощность, а потому может работать быстрее. Именно благодаря снижению напряжения удалось повысить тактовую частоту процессоров.

До выпуска переносных компьютеров на базе процессоров Pentium и Pentium MMX в большинстве процессоров использовалось одно и то же напряжение и для процессора, и для схем ввода-вывода. Вначале большинство процессоров, а также схемы ввода-вывода работали при напряжении, равном 5 В, которое позже было снижено до 3,5 или 3,3 В (с целью уменьшения потребляемой мощности). Когда один и тот же уровень напряжения используется для процессора, внешней шины процессора, а также для сигналов схем ввода-вывода, говорят, что такой процессор использует *единственный*, или *унифицированный, уровень напряжения*.

При создании процессора Pentium для переносных компьютеров в Intel был разработан способ, применяя который можно значительно уменьшить потребляемую мощность при сохранении совместимости с существующими наборами микросхем системной логики (чипсетами), микросхемами логики шины, микросхемами памяти и другими компонентами, рассчитанными на 3,3 В. В результате был создан компьютер *с двумя уровнями напряжения*, или *с расщеплением уровня напряжения*, в котором процессор использовал более низкое напряжение, а схемы ввода-вывода работали при напряжении 3,3 В. Это новшество стали называть *технологией уменьшения напряжения* (Voltage Reduction Technology, VRT); оно появилось в "портативных" вариантах процессора Pentium в 1996 году. Позже два уровня напряжения использовались также в процессорах для настольных систем; например, в процессоре Pentium MMX использовалось напряжение 2,8 В, а схемы ввода-вывода работали при напряжении 3,3 В. Теперь в большинстве современных процессоров как для переносных, так и для настольных компьютеров используются два уровня напряжения. В некоторых современных процессорах типа Mobile Pentium II используется напряжение 1,6 В, хотя все еще поддерживается совместимость с компонентами ввода-вывода, работающими при напряжении 3,3 В.

Гнезда и слоты процессоров Pentium Pro (Socket 8) и Pentium II (Slot 1 или Slot 2) имеют специальные штырьки — Voltage ID (VID), которые используются процессором для сообщения системной плате точных значений требуемого напряжения. Это дает возможность преобразователям напряжения, встроенным в системную плату, автоматически устанавливать правильный уровень напряжения сразу при установке процессора.

К сожалению, в Socket 7 и в системных платах, рассчитанных на более ранние версии процессоров, возможность автоматической установки напряжения не предусмотрена. Это означает, что вы должны устанавливать переходники или указывать напряжение для устанавливаемого процессора при конфигурировании системной платы. Для процессоров Pentium (Socket 4, Socket 5 или Socket 7) требуются различные напряжения, но последние процессоры версии MMX рассчитаны на напряжение 2,8 В, за исключением процессоров Pentium для переносных компьютеров, работающих при напряжении 1,8 В. В табл. 3.8 указаны напряжения, потребляемые процессорами Pentium (не MMX!), в которых используется один уровень напряжения (т.е. для тех центральных процессоров, которые работают при том напряжении, которое подается на выводы схем ввода-вывода).

Таблица 3.8. Напряжения, используемые процессорами Pentium с одним уровнем напряжения

Название	Тип гнезда	Примечание	Номинальное напряжение, В	Допустимый диапазон, В
+ 5v	Socket 4	Источник питания	5,000	4,750–5,250
STD (3.3v)	Socket 5 или Socket 7	Standard	3,300	3,135–3,600v
VR (3.3v)	Socket 5 или Socket 7	Voltage Reduced	3,380	3,300–3,465
VRE (3.5v)	Socket 5 или Socket 7	VR Extended	3,500	3,400–3,600

В табл. 3.9 указаны напряжения, используемые процессорами с двумя уровнями напряжения. На все контакты схем ввода-вывода для процессоров с двумя уровнями напряжения подается напряжение 3,3 В. Обратите внимание, что процессоры с двумя уровнями напряжения устанавливаются только в гнезда типа Socket 7.

Таблица 3.9. Напряжения, используемые в процессорах Pentium с двумя уровнями напряжения (устанавливаются только в гнездо типа Socket 7)

Название	Процессор	Номинальное напряжение, В	Допустимый диапазон, В
MMX (2.8v)	Intel MMX	2,800	2,700–2,900
2.9v	AMD K6 Model 6	2,800	2,700–2,900
3.2v	AMD K6 Model 6	2,800	2,700–2,900
2.2v	AMD K6 Model 7	2,800	2,700–2,900
MMX (2.8v)	Cyrix 6x86MX	2,800	2,700–2,900
MMX (2.8v)	Cyrix 6x86L	2,800	2,700–2,900
STD (3.3v)	Cyrix 6x86	3,300	3,135–3,600
VRE (3.5v)	Cyrix 6x86	3,500	3,400–3,600

Обычно приемлемый диапазон составляет ±5% от номинального напряжения.

Большинство системных плат с гнездом типа Socket 7, а также те, которые рассчитаны на более поздние версии процессоров Pentium, поддерживают несколько уровней напряжения (например, 2,5 В, 2,7 В, 2,8 В и 2,9 В) для совместимости с будущими устройствами. Преобразователь напряжения, встроенный в системную плату, преобразовывает напряжение питания в напряжения различных уровней, требуемые для питания процессора. Значения соответствующих напряжений должны быть указаны в документации к системной плате и процессору.

Процессоры Pentium Pro и Pentium II автоматически устанавливают величину напряжение питания, управляя встроенным в системную плату преобразователем напряжения через штырьки Voltage ID (VID).

Перегрев и охлаждение

В компьютерах с быстродействующими процессорами могут возникать серьезные проблемы, связанные с перегревом микросхем. Более быстродействующие процессоры потребляют бо́льшую мощность и выделяют, соответственно, больше тепла. Если в ваш компьютер встроен процессор на 66 МГц и выше, то для отвода тепла придется принимать дополнительные меры, поскольку встроенного вентилятора может оказаться недостаточно.

Для охлаждения процессора нужно купить дополнительный теплоотвод. В некоторых случаях может потребоваться нестандартный теплоотвод с большей площадью поверхности (с удлиненными ребрами).

Теплоотводы бывают пассивными и активными. *Пассивные* теплоотводы являются простыми радиаторами, а *активные* содержат небольшой вентилятор, требующий дополнительного питания.

Теплоотводы могут быть прижатыми к микросхеме или приклеенными к корпусу ИС. В первом случае для улучшения теплового контакта между радиатором и корпусом ИС их поверхности следует смазать теплопроводящей пастой. Она заполнит воздушный зазор, обеспечив лучшую передачу тепла.

Активные теплоотводы со встроенным вентилятором выпускаются для быстродействующих процессоров, однако в случае отказа такого теплоотвода процессор быстро перегревается. Вентиляторы обычно подключаются к разъему питания дисковода или специальному разъему питания 12 В для вентилятора на системной плате. Однако нередко эти вентиляторы представляют собой дешевые устройства на подшипниках с гарантией работы всего на один год. Когда подшипники высыхают, вентилятор начинает издавать скрежет и останавливается,

что приводит к перегреву процессора и выходу из строя компьютера. Если вы собираетесь использовать процессорный вентилятор, убедитесь, что это — высококачественное устройство на шарикоподшипниках с продолжительным сроком действия.

Надежность у пассивных теплоотводов стопроцентная, поскольку они не имеют никаких механических компонентов, выходящих из строя. Они в своем большинстве представляют собой алюминиевый радиатор, который рассеивает тепло через конвекцию. Однако пассивные радиаторы не охлаждают процессор в достаточной степени, если через их пластины не протекает поток воздуха, обычно создаваемый вентилятором блока питания или дополнительным вентилятором, установленным в корпусе. Если корпус и блок питания разработаны с учетом распределения температур, то можно использовать менее дорогой — пассивный — теплоотвод вместо активного.

В большинстве новых систем используется улучшенный форм-фактор системной платы, называемый ATX. В системах с системной платой и корпусом этого типа улучшено охлаждение процессора: он установлен близко от источника питания, а вентилятор источника питания в большинстве систем ATX установлен так, что обдувает потоком прохладного воздуха процессор. И потому в таких системах можно использовать пассивный теплоотвод (т.е. обойтись без вентилятора процессора).

Сопроцессоры

Вместе с любыми процессорами фирмы Intel (и их аналогами) могут использоваться сопроцессоры. В процессорах Pentium и 486 они расположены на том же кристалле, что и сам процессор. *Сопроцессоры* выполняют операции с плавающей запятой, которые потребовали бы от основного процессора больших затрат машинного времени. Выигрыш можно получить только при выполнении программ, написанных с расчетом на использование сопроцессора.

Сопроцессоры выполняют такие сложные операции, как деление над длинными операндами, вычисление тригонометрических функций, извлечение квадратного корня и нахождение логарифма, в 10–100 раз быстрее основного процессора. Точность результатов при этом значительно выше той, которая обеспечивается вычислителями, входящими в состав самих процессоров. Операции сложения, вычитания и умножения выполняются основным процессором и не передаются сопроцессору.

Система команд сопроцессора отличается от системы команд процессора. Выполняемая программа должна сама определять наличие сопроцессора и после этого использовать написанные для него инструкции; в противном случае сопроцессор только потребляет ток и ничего не делает. Большинство современных программ, рассчитанных на использование сопроцессоров, обнаруживает его присутствие и использует предоставляемые возможности. Наиболее эффективно сопроцессоры используются в программах со сложными математическими расчетами: в электронных таблицах, базах данных, статистических программах и системах автоматизированного проектирования (пакеты серии CAD). В то же время при работе с текстовыми редакторами сопроцессор совершенно не используется.

Сопроцессоры фирмы Intel перечислены в табл. 3.10.

Таблица 3.10. Сопроцессоры фирмы Intel

Процессор	Сопроцессор
8086	8087
8088	8087
286	287

Окончание табл. 3.10

Процессор	Сопроцессор
386SX	387SX
386SL	387SX
386SLC	387SX
486SLC	387SX
486SLC2	387SX
386DX	387DX
486SX	487SX, DX2/OverDrive*
487SX*	Встроенный
486SX2	DX2/OverDrive**
486DX	Встроенный
486DX2	Встроенный
486DX4	Встроенный
Pentium	Встроенный
Pentium Pro	Встроенный
Pentium II	Встроенный

** Фактически, микросхема 487SX — это процессор 486DX (со встроенным сопроцессором) с несколько измененной разводкой выводов. При установке в компьютер микросхема 486SX отключается, и все функции процессора переходят к 487SX. Сейчас вместо этой микросхемы выпускается процессор DX2/OverDrive.*

*** Процессор DX2/OverDrive эквивалентен SX2 с подключенным сопроцессором.*

Максимальное быстродействие у сопроцессоров различных типов (например, 8087 и 287) различно. Дополнительный цифровой индекс после обозначения типа микросхемы соответствует максимальной тактовой частоте (табл. 3.11).

Таблица 3.11. Максимальное быстродействие сопроцессоров фирмы Intel

Сопроцессор	Максимальная тактовая частота, МГц
8087	5
8087-3	5
8087-2	8
8087-1	10
80287	6
80287-6	6
80287-8	8
80287-10	10

Число, указанное после обозначения типа сопроцессора 387 и процессоров 486, 487 и Pentium, — это максимальная тактовая частота в мегагерцах. Например, процессор с маркировкой 486DX2-66 работает на частоте 66 МГц.

Совет

Рационально используя сопроцессор, можно существенно сократить время выполнения программы. Если вы часто работаете с программами, которые могут применять сопроцессор, обязательно его установите.

В большинстве старых компьютеров (с процессорами до 386) предусматривалось гнездо для сопроцессора, но сам он не устанавливался. В некоторых из них не было даже гнезда. Это относится, в основном, к PS/1 и первым портативным компьютерам. В табл. 3.12 представлены общие характеристики сопроцессоров.

Таблица 3.12. Характеристики сопроцессоров фирмы Intel

Тип сопроцессора	Потребляемая мощность, Вт	Минимальная температура корпуса, °С	Максимальная температура корпуса, °С	Количество транзисторов	Год появления
8087	3	0	85	45 000	1980
287	3	0	85	45 000	1982
287XL	1,5	0	85	40 000	1990
387SX	1,5	0	85	120 000	1988
387DX	1,5	0	85	120 000	1987

Чтобы узнать, какие процессор и сопроцессор установлены в том или ином компьютере, загляните в документацию.

Ошибки в процессорах и проверка процессоров

Фирмы-производители используют для тестирования процессоров специальное оборудование. (Самым лучшим и доступным прибором для рядового пользователя является работающий компьютер.) Используя диагностические программы, вы можете проверить работоспособность процессора и системной платы. В большинстве компьютеров процессор устанавливается в гнездо, что упрощает его замену.

Фирмы Diagsoft, Symantec, Micro 2000, Trinitech, Data Depot и другие предлагают различные диагностические программы. Для приблизительной оценки качества своего компьютера можно использовать прилагаемую к нему диагностическую программу.

Поскольку процессор является мозгом системы, при его выходе из строя большинство компьютеров перестает работать. Если вы заподозрили, что процессор неисправен, попробуйте заменить его другим (такого же типа), вынутым из работоспособной платы. Возможно, виновником действительно окажется процессор. Но если компьютер по-прежнему не работает, причину следует искать в другом месте.

В очень редких случаях проблемы возникают из-за заводских дефектов, о которых надо знать, так как это поможет вам избежать ненужного ремонта и замен. О неисправностях такого рода лучше всего узнать у разработчика.

Возможность модификации процессора

Все процессоры могут содержать дефекты разработки, или ошибки. Часто с помощью программного обеспечения или аппаратных средств можно избежать эффектов, вызванных любой конкретной ошибкой. Ошибки в процессорах хорошо описаны в документах и руководствах фирмы Intel (Specification Update manuals), которые можно найти на Web-сервере. Многие другие изготовители процессоров также имеют свои Web-серверы, где размещают советы, рекомендации, предупреждения, а также бюллетени, в которых перечислены все возможные неполадки и указаны способы их исправления.

Ранее единственным способом исправления ошибки в процессоре была замена микросхемы. Теперь в процессоры Intel P6, включая Pentium Pro и Pentium II, встроено новое средство, которое позволяет исправлять многие ошибки, изменяя микропрограмму в процессоре. Это средство называется *перепрограммируемой микропрограммой*; благодаря ему некоторые типы ошибок можно устранить, модифицируя микропрограммы. Модификации микропрограмм постоянно находятся в системной ROM BIOS и загружаются в процессор системой BIOS (базовой системой ввода-вывода) во время выполнения теста при включении питания (Power-On Self Test, POST). При каждой перезагрузке системы этот код будет перезагружаться, тем самым гарантируется, что ошибка будет устранена в любое время, когда процессор работает.

Самый простой способ проверить модификацию микропрограммы — использовать утилиту модификации процессоров Pentium Pro и Pentium II (Pentium Pro and Pentium II Processor Update Utility), разработанную и поддерживаемую фирмой Intel. С помощью этой утилиты можно проверить, правильно ли модифицирована базовая система ввода-вывода на системных платах для всех процессоров Pentium Pro. Утилита отображает поколение (изменение) процессора и версию микропрограммы модификации. Чтобы можно было установить новую модификацию микропрограммы, базовая система ввода-вывода системной платы должна содержать подпрограммы поддержки модификации микропрограмм; фактически все базовые системы ввода-вывода плат для Pentium Pro и Pentium II такие подпрограммы имеют. С помощью утилиты модификации процессора (Processor Update) фирмы Intel можно также определить, присутствует ли необходимый код в базовой системе ввода-вывода, сравнить номер версии процессора с номером версии микропрограммы модификации, загруженной в настоящее время, или установить новую микропрограмму модификации, если это необходимо. Использование указанной утилиты с системными платами, содержащими микропрограмму модификации подпрограмм базовой системы ввода-вывода, позволяет модифицировать только данные микропрограммы; остальная часть базовой системы ввода-вывода не изменится. Утилита модификации поставляется со всеми процессорами, которые фирма Intel называет *упакованными ("боксированными") процессорами* (*boxed processors*). Термин *упакованные процессоры* относится к процессорам, упакованным для использования системными интеграторами, т.е. сборщиками систем. Если вам нужна самая современная версия этой утилиты, обратитесь к торговому агенту (дилеру), продающему процессоры Intel. Intel поставляет такие утилиты только своим торговым агентам.

Если базовая система ввода-вывода вашей системной платы не имеет подпрограммы модификации микропрограмм процессора, вы должны получить полностью обновленную систему BIOS, т.е. необходимо приобрести всю базовую систему ввода-вывода.

При сборке системы с процессором Pentium Pro или Pentium II необходимо использовать утилиту модификации процессора, чтобы убедиться, что BIOS (базовая система ввода-вывода) содержит модификации микропрограмм, которые являются специфическими для конкретного поколения устанавливаемого процессора. Другими словами, необходимо убедиться, что модификация соответствует используемому поколению процессора.

В табл. 3.13 указаны версии микропрограммы модификации для каждого поколения процессора. Номера версий микропрограммы модификации содержатся в файле базы данных, который поставляется вместе с утилитой модификации процессоров Pentium II и Pentium Pro.

Таблица 3.13. Поколения (номера изменений) процессоров и номера версий микропрограммы модификации, поддерживаемые файлом PEP6.PDB (база данных о модификациях)

Процессор	Поколение (номер изменения)	Сигнатура изменения	Требуемый номер изменения микропрограммы модификации
Pentium Pro	C0	0x612	0xC6
Pentium Pro	sA0	0x616	0xC6
Pentium Pro	sA1	0x617	0xC6
Pentium Pro	sB1	0x619	0xD1
Pentium II	C0	0x633	0x32
Pentium II	C1	0x634	0x33
Pentium II	dA0	0x650	0x15

С помощью утилиты модификации процессора (CHECKUP3.EXE) сборщик системы может легко проверить наличие нужной версии микропрограммы модификации во всех системах с процессорами Pentium II и Pentium Pro. Например, если система содержит процессор поколения C1 и сигнатура изменения равна 0x634, то базовая система ввода-вывода должна содержать версию 0x33 микропрограммы модификации. Утилита модификации процессора идентифицирует поколение процессора, сигнатуру и версию микропрограммы модификации, используемой в настоящее время.

Чтобы в систему можно было установить новую микропрограмму модификации, базовая система ввода-вывода должна содержать Intel-определенные подпрограммы модификации процессора, дабы утилита модификации процессора могла постоянно устанавливать последнюю версию. В противном случае изготовитель системной платы должен полностью обновить базовую систему ввода-вывода. Рекомендуется выполнять утилиту модификации процессора после обновления базовой системы ввода-вывода системной платы и перед установкой операционной системы (после сборки компьютера на основе процессора Pentium Pro или Pentium II). Утилита проста в использовании и выполняется всего за несколько секунд. Поскольку утилита модификации, возможно, должна будет загрузить новый код в вашу базовую систему ввода-вывода, установите все переходники на системной плате в положение "enable flash upgrade", позволяющее обновить флэш-память.

После выполнения утилиты выключите питание системы и перезагрузите компьютер, а не делайте перезапуск из памяти. Только в этом случае можно гарантировать, что новая модификация будет правильно инициализирована в процессоре. Также вы должны быть уверены, что все переходники, типа переходников обновления флэш-памяти и др., возвращены в нормальное положение.

Кодовые названия процессоров Intel

Разрабатывая процессоры, Intel всегда присваивает им кодовые названия. Предполагается, что кодовые названия не станут широко используемыми, но зачастую именно так и происходит. Кодовые названия встречаются в журнальных статьях, посвященных будущим поколениям процессоров, а иногда даже в руководствах по системным платам, поскольку те составля-

ются еще до официального представления процессоров. В табл. 3.14 перечислены кодовые названия процессоров Intel.

Таблица 3.14. Кодовые названия процессоров фирмы Intel

Кодовое название	Процессор
P4	486DX
P4S	486SX
P23	486SX
P23S	487SX
P23N	487SX
P23T	486 OverDrive для 80486 (169-штырьковый PGA)
P4T	486 OverDrive для 486 (168- штырьковый PGA)
P24	486DX2
P24S	486DX2
P24D	486DX2WB (Write Back)
P24C	486DX4
P24CT	486DX4WB (Write Back)
P5	Pentium 60 или 66 МГц, Socket 4, 5 В
P24T	486 Pentium OverDrive, 63 или 83 МГц, Socket 3
P54C	Классический Pentium 75-200 МГц, Socket 5/7, 3,3 В
P55C	Pentium MMX 166-266 МГц, Socket 7, 2,8 В
P54CTB	Pentium MMX OverDrive 125 +, Socket 5/7, 3,3 В
Tillamook	Mobile Pentium MMX 0.25 micron, 166-266 МГц, 1,8 В
P6	Pentium Pro, Socket 8
Klamath	Pentium II, Slot 1
Deschutes	Pentium II, 0.25 micron, Slot 1 или Slot 2
Covington	Pentium II, дешевый Deschutes, без кэша второго уровня
Mendocino	Pentium II, дешевый Deschutes, 300 МГц, кэш второго уровня емкостью 128 Кбайт
Katmai	Pentium II, MMX2
Willamette	Pentium II, улучшенный Katmai
Merced	P7, первый процессор IA-64

Intel-совместимые процессоры

Некоторые компании — в основном это фирмы AMD и Cyrix — разработали свои процессоры, полностью совместимые с процессорами фирмы Intel, т.е. эмулирующие каждую их команду. В большинстве этих микросхем имеется аналогичная разводка контактов, поэтому их можно использовать в любом компьютере, рассчитанном на процессоры фирмы Intel; однако есть и такие, для которых нужна специальная системная плата. Любое аппаратное или программное

обеспечение, работающее на ПК с процессорами Intel, будет работать и в системах на основе этих, совместимых с Intel процессоров. Компаний, выпускающих Intel-совместимые процессоры, не так уж мало, поэтому мы поговорим о самых крупных из них.

Процессоры AMD

Фирма Advanced Micro Devices (AMD), имеющая свою собственную линию Intel-совместимых процессоров, стала играть ведущую роль на рынке процессоров, совместимых с Pentium. Несколько лет назад между AMD и Intel испортились отношения, поскольку в процессорах 486 фирмы AMD использовались микропрограммы фирмы Intel. Эта проблема была улажена, и теперь между AMD и Intel заключено пятилетнее лицензионное соглашение. В 1996 году AMD купила другую фирму — производителя клонов Intel — компанию NexGen. Теперь AMD предлагает самый широкий спектр процессоров — от 486 до K6 с MMX-возможностями, список которых приведен ниже.

Процессор	Тактовая частота	Тип гнезда (Socket)
Am486DX4-100	100	Socket 1, Socket 2, Socket 3
Am486DX4-120	120	Socket 1, Socket 2, Socket 3
Am5x86	75	Socket 1, Socket 2, Socket 3
K5 PR75	75	Socket 5, Socket 7
K5 PR90	90	Socket 5, Socket 7
K5 PR100	100	Socket 5, Socket 7
K5 PR120	90	Socket 5, Socket 7
K5 PR133	100	Socket 5, Socket 7
K5 PR166	116,66	Socket 5, Socket 7
K6-166 MMX	166	Socket 7
K6-200 MMX	200	Socket 7
K6-233 MMX	233	Socket 7
K6-266 MMX	266	Socket 7
K6-300 MMX	300	Socket 7

Обратите внимание, что в названиях моделей K5 от PR120 до PR166 не отражена их реальная тактовая частота. Так произошло потому, что архитектура более поздних моделей K5 была улучшена, и работают они действительно быстрее, но в названиях указана их реальная производительность.

Cyrix

Cyrix отвоевала еще бо́льшую долю рынка после того, как была приобретена компанией National Semiconductor в ноябре 1997 года. До этого она была "мифической" фирмой — она не имела никаких заводов по производству микросхем. Все микросхемы Cyrix производила IBM. В настоящее время, IBM все еще изготавливает большую часть процессоров Cyrix; однако в недалеком будущем National Semiconductor, скорее всего, будет производить часть этой продукции, если не всю.

Как и Intel, фирма Cyrix ограничивает свои предложения только самыми последними технологиями. Сейчас она сконцентрировала свое внимание на рынке Pentium, выпустив два но-

вых процессора — M1 (6x86 и 6x86MX) и M2. Процессор M1 содержит 3,3 млн транзисторов; вначале он производился по 0,65-микронной технологии. В модели 6x86 использованы два внутренних конвейера команд и внутренний кэш на 16 Кбайт. По своим интеллектуальным возможностям и способности выполнять команды, не следуя их естественному порядку, этот процессор очень напоминает Pentium Pro. А в процессор 6x86MX интегрирована еще и технология MMX. Для чипов Cyrix подходит гнездо типа Socket 7, но некоторым из них требуются модифицированные наборы микросхем и системные платы новой конструкции. Предлагаемые Cyrix процессоры M1 работают на тактовых частотах, приведенных в табл. 3.15.

Таблица 3.15. Тактовые частоты и быстродействие процессоров фирмы Cyrix

Тип процессора/быстродействие	Тактовая частота	Кратность тактовой частоты	Тактовая частота системной платы, МГц
6x86-PR120	100	2x	50
6x86-PR133	110	2x	55*
6x86-PR150	120	2x	60
6x86-PR166	133	2x	66
6x86-PR200	150	2x	75**
6x86MX-PR166	150	2,5x	60
6x86MX-PR200	166	2,5x	66
6x86MX-PR233	188	2,5x	75**

**Не все системные платы поддерживают частоту шины 55 МГц.*

***Для частоты шины 75 МГц нужны специальные системная плата и набор микросхем.*

Процессор 6x86MX имеет универсальный кэш первого уровня объемом 64 Кбайт, а его быстродействие более чем вдвое превышает быстродействие предыдущих центральных процессоров 6x86. Процессор 6x86MX работает на тактовых частотах от 180 до 225 МГц, и подобно 6x86, устанавливается в гнездо типа Socket 7. Все микросхемы Cyrix производятся компанией IBM, которая также выпускает клоны под своим собственным именем.

Обратите внимание, что более поздние версии микропроцессора 6x86MX были переименованы в MII, по аналогии с Pentium II. Микросхемы MII — это не новые микросхемы; фактически это те же самые микросхемы 6x86MX, но работающие на более высоких тактовых частотах. Первая микросхема MII 300 фактически работает с тактовой частотой, равной 233 МГц, на системной плате с тактовой частотой 66 МГц и устанавливается в гнездо типа Socket 7. Имеется также микросхема MII 333, которая работает на тактовой частоте 250 МГц на системной плате с тактовой частотой 100 МГц и также устанавливается в гнездо типа Socket 7.

Фирма Cyrix предприняла попытку еще более увеличить свою долю на рынке дешевых процессоров, представив процессор MediaGX. Этот процессор является низкоэффективным гибридом 486 и Pentium, объединенным со специальным набором микросхем системной логики (чипсетом) системной платы в корпус с двумя чипами. Эти две микросхемы содержат все необходимое для системной платы, за исключением микросхемы Super I/O; на их базе можно построить очень дешевые ПК. Ожидается появление процессоров MediaGX в некоторых самых дешевых ПК. Более поздние версии этих чипов (микросхем), скорее всего, будут включать большее количество средств мультимедиа и даже поддержку сети.

Процессор IDT Winchip

Не так давно на рынке процессоров появилась фирма Integrated Device Technology (IDT), которая ранее специализировалось на производстве микросхем кэш-памяти SRAM. В свое время она приобрела Centaur Technology, разработавшую микросхему C6 Winchip. И скорее всего после этого был изготовлен процессор C6.

Устройство процессора C6 Winchip очень простое — он больше похож на 486, чем на Pentium. У него нет суперскаляра (множественных конвейеров обработки команд) процессора Pentium, вместо него установлен одиночный быстродействующий конвейер. Кажется, что внутреннее устройство C6 имеет немного общего с другими процессорами x86 пятого и шестого поколений. Но даже при такой конструкции его эффективность близка к эффективности Pentium MMX, по крайне мере, это показали эталонные тесты Winstone 97 (эти эталонные тесты не предназначены для оценки эффективности средств мультимедиа). Кроме того, данный процессор помещается на кристалле, намного меньшем (88 квадратных миллиметров), чем типичный Pentium, а это значит, что значительно меньшие усилия были затрачены при его производстве.

C6 имеет два больших внутренних кэша (объемом 32 Кбайт каждый для команд и данных); работает он с тактовой частотой 180, 200, 225 и 240 МГц. Потребляемая мощность очень низкая: у микросхемы для настольных компьютеров — максимум 14 Вт при 200 МГц, у микросхем для переносных компьютеров — от 7,1 до 10,6 Вт. Этот процессор, вероятно, будет иметь успех на рынке дешевых компьютеров.

P-рейтинги

Чтобы упростить измерение эффективности процессора, компании Cyrix, IBM Microelectronics, SGS-Thomson Microelectronics и Advanced Micro Devices совместными усилиями разработали систему P-рейтингов. По этой новой системе измерения производительности, названной P-рейтингом (Performance — производительность), производительность микропроцессора приравнивается к производительности Intel Pentium. Чтобы определить P-рейтинг конкретного микропроцессора, Cyrix и AMD используют эталонные тесты типа Winstone 9x. Широко используемый эталонный тест Winstone 9x является промышленным стандартом для приложений, работающих под управлением операционной системы Windows.

Идея прекрасна, но в некоторых случаях она может вводить в заблуждение. Один эталонный тест или даже их группа не может служить всеобъемлющим средством оценки эффективности процессора или системы. Большинство пользователей, в компьютерах которых установлены PR-номинированные процессоры, верят, что они действительно работают на тактовой частоте, обозначенной в маркировке микросхемы. Однако, например, Cyrix/IBM 6x86MX-PR200 в действительности работает на тактовой частоте, равной не 200 МГц, а 166 МГц. Другими словами, создается иллюзия, что этот процессор работает на тактовой частоте 200 МГц. Я — не сторонник системы P- или PR-рейтингов и предпочитаю знать истинное быстродействие процессора в МГц. Если процессор работает на тактовой частоте 166 МГц, но быстродействие у него выше, чем у большинства других процессоров, работающих на тактовой частоте 166 МГц, то это и должно быть отражено в документации. Я не нахожу необходимым указывать завышенное число, основанное на сравнении с аналогами.

Лучше использовать эталонный тест Ziff-Davis Winstone, поскольку он учитывает реальные потребности приложений; этот тест можно выполнить на процессоре Pentium. Кроме того, эталонный тест Winstone свободно распространяется и легко доступен.

Типы процессоров

Зная, что собой представляет тот или иной процессор, вы сможете лучше оценить возможности компьютера. Это поможет вам и при модернизации, и при обслуживании системы.

Первое поколение процессоров: P1 (086)

Процессоры 8088 и 8086. Intel совершила революцию в июне 1978 года, когда представила свой новый процессор 8086. Процессор 8086 был одним из первых 16-разрядных микропроцессоров на рынке; в то время все другие процессоры были 8-разрядными. Процессор 8086 имел 16-разрядные внутренние регистры и мог выполнять программное обеспечение нового типа, использующее 16-разрядные команды. Он также имел 16-разрядную внешнюю шину данных и поэтому мог передавать одновременно 16 битов данных в память.

Разрядность шины адреса была равна 20 битам, и процессор 8086 мог адресовать память емкостью 1 Мбайт (2 в 20-ой степени). В то время это казалось чудом, так как большинство других микросхем имели 8-разрядные внутренние регистры, 8-разрядную внешнюю шину данных и 16-разрядную шину адреса и могли адресовать не более 64 Кбайт оперативной памяти (2 в 16-ой степени).

В большинстве персональных компьютеров того времени использовались 8-разрядные процессоры, которые работали под управлением 8-разрядной операционной системы CP/M (Control Program for Microprocessors — управляющая программа для микропроцессоров) и такого же программного обеспечения. Плата и интегральные микросхемы, как правило, были также 8-разрядными. Тогда производство полностью 16-разрядной системной платы с памятью было настолько дорогостоящим, что такой компьютер вряд ли кто-либо мог позволить себе купить.

Стоимость процессора 8086 была довольно высокой — для него требовалась 16-разрядная шина данных, а не менее дорогая 8-разрядная. Доступные в то время системы были 8-разрядными, и потому процессоры 8086 продавались плохо. В Intel поняли, что пользователи не хотят (или не могут) так дорого платить за дополнительную эффективность 16-разрядного процессора, и через какое-то время была представлена своего рода "усеченная" версия процессора 8086, названная 8088. В 8088, по существу, были удалены 8 из 16 разрядов на шине данных, и теперь процессор 8088 мог рассматриваться как 8-разрядная микросхема, с точки зрения ввода и вывода данных. Однако, поскольку в нем были полностью сохранены 16-разрядные внутренние регистры и 20-разрядная шина адреса, процессор 8088 выполнял 16-разрядное программное обеспечение и мог адресовать оперативную память емкостью 1 Мбайт.

По этим причинам фирма IBM выбрала 8-разрядные микросхемы 8088 для своего первого IBM PC. Однако через несколько лет ее критиковали именно за это. (Сейчас понятно, что это было очень мудрое решение.) В то время IBM даже скрывала физические детали проекта, просто говорилось, что ее новый PC имел быстродействующий 16-разрядный микропроцессор. Это утверждение было справедливым, поскольку процессор 8088 выполнял то же самое 16-разрядное программное обеспечение, что и процессор 8086, только немного медленнее. Фактически, для всех программистов процессор 8088 являлся 16-разрядной микросхемой — на самом деле тогда не было никакого способа, с помощью которого программа могла бы отличить 8088-й от 8086-го. Благодаря этому IBM могла поставлять PC, на котором выполнялось 16-разрядное программное обеспечение и в котором использовались недорогие 8-разрядные аппаратные средства. Даже в начале производства цена IBM PC была ниже, чем у самого популярного ПК того времени — Apple II. IBM PC вместе с оперативной памятью объемом 16 Кбайт стоил 1 265 долларов, в то время как Apple II аналогичной конфигурации — 1 355 долларов.

В первом IBM PC устанавливался процессор 8088. Этот процессор был представлен еще в июне 1979 года, а IBM PC с процессором 8088 появился на рынке лишь в августе 1981 года. В те годы, как правило, должно было пройти довольно значительное время от выхода нового

процессора до появления компьютеров с этим процессором; сегодня это немыслимо — компьютеры с новыми процессорами зачастую выпускаются в тот же самый день, что и сами процессоры.

В первом компьютере IBM PC использовался процессор 8088 с тактовой частотой 4,77 МГц, т.е. за одну секунду происходило 4 770 000 тактов. На выполнение команды в процессорах 8088 и 8086 в среднем затрачивалось 12 тактов.

Иногда возникает вопрос, почему объем основной памяти в компьютере ограничен 640 Кбайт, хотя процессор 8088 может адресовать основную память емкостью до 1 Мбайт. Это объясняется тем, что IBM с самого начала зарезервировала 384 Кбайт в верхней части адресного пространства для плат адаптеров и системной BIOS (программы, "зашитой" в ПЗУ). Оставшиеся 640 Кбайт используются DOS и программами-приложениями.

Процессоры 80186 и 80188. После выпуска процессоров 8088 и 8086 фирма Intel начала разработку более производительного процессора с расширенной системой команд. Первые процессоры 80188 и 80186 были не очень удачными. Однако размещение на кристалле процессора некоторых компонентов, ранее выпускавшихся в виде отдельных ИС, было настоящей находкой, поскольку в конечном счете это привело к разработке процессора 286.

Процессоры 80186 и 80188 похожи на своих "прародителей". Каждый из них является улучшенной версией предшественника. Процессор 80186 (как и 8086) полностью 16-разрядный, а 80188 (как и 8088) — компромиссный вариант с внешней 8-разрядной и внутренней 16-разрядной шинами. Различие между этими процессорами заключается в том, что в один корпус, помимо собственно процессоров, встроено еще 15–20 дополнительных компонентов, а это позволило резко сократить количество микросхем в компьютере. Микросхемы 80186 и 80188 использовались в высоко интеллектуальных периферийных адаптерах, например в сетевых адаптерах.

Сопроцессор 8087. Процессор 8086 появился в 1976 году. Позже для него был разработан сопроцессор 8087, который иногда называют *числовым процессором*, *процессором для обработки числовых данных*, *процессором NDP (Numeric Data Processor)* или просто *математическим сопроцессором*. Он предназначался для выполнения сложных математических операций с более высокой скоростью и точностью, чем это мог сделать обычный процессор. Наиболее полно его преимущества проявляются при обработке больших массивов числовых данных в программах наподобие электронных таблиц.

Второе поколение процессоров: P2 (286)

Процессор 286. Для процессора 80286 (или просто 286) проблем с совместимостью, характерных для 80186 и 80188, не существует. Он появился в 1981 году, и на его основе был создан IBM AT. Затем он был установлен в первых PS/2 моделей 50 и 60 (более поздние модели PS/2 строятся на базе процессоров 386 и 486). Несколько фирм освоило выпуск аналогов (так называемых *клонов IBM*), многие из которых являлись компьютерами класса AT.

Выбор процессора 286 в качестве основы для компьютера AT объяснялся его совместимостью с процессором 8088, т.е. все разработанные для IBM PC и XT программы годились и для AT. Быстродействие процессора 286 гораздо выше быстродействия его предшественников, что и объясняет широкое распространение этих компьютеров в деловом мире. Производительность первого компьютера AT с тактовой частотой 6 МГц была в пять раз больше производительности IBM PC (4,77 МГц). Процессор 286 показан на рис. 3.17.

Причины столь высокой производительности компьютеров с процессором 286 заключаются в следующем. Главная из них состоит в том, что команды выполняются в среднем за 4,5 такта (сравните с 12 тактами в процессоре 8088). Кроме того, благодаря 16-разрядной внешней шине вдвое возросла скорость обмена данными.

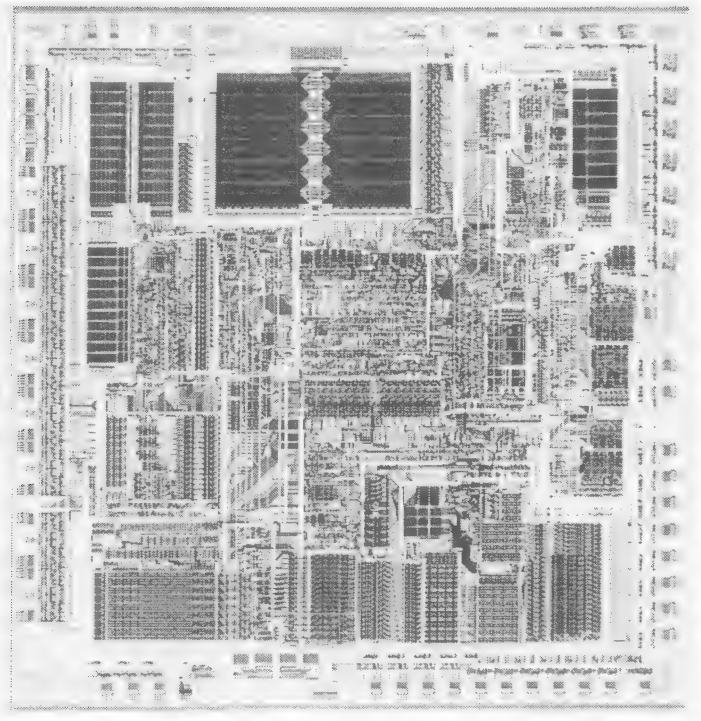


Рис. 3.17. Процессор 286. Фотография публикуется с разрешения корпорации Intel

Еще одной причиной успеха компьютеров AT стало увеличение тактовой частоты процессора. Существуют его разновидности с тактовыми частотами 6, 8, 10, 12, 16 и 20 МГц. У прежних процессоров она не превышала 8 МГц. Но даже при одинаковых тактовых частотах (варианты с частотой 8 МГц существуют и для процессора 8086, и для процессора 286) производительность последнего приблизительно в три раза выше.

Процессор 286 может работать в двух, существенно отличающихся друг от друга, режимах — реальном и защищенном. В реальном режиме он эквивалентен процессору 8086 и совместим по объектному коду с процессорами 8086 и 8088. Это означает, что он может выполнять предназначенные для них программы и системные команды безо всякой модификации.

Процессор 286 в защищенном режиме — это совершенно новая модель. Если выполняемая программа написана с расчетом на его новые возможности, то ей доступна виртуальная память до 1 Гбайт, хотя процессор может адресовать только 16 Мбайт реальной памяти. Существенный недостаток процессора 286 заключается в том, что он не может переключаться из защищенного режима в реальный без предварительного аппаратного сброса (*горячей* перезагрузки) компьютера. Переключение из реального режима в защищенный происходит без сброса. Основное преимущество процессора 386 заключается именно в том, что стало возможным программное переключение из реального режима в защищенный и наоборот.

До появления оболочки Windows 3.0, в которой предусмотрен так называемый *стандартный* режим, совместимый с микропроцессором 286, программ, использующих все его возможности, было очень мало. Но к этому моменту наиболее популярным стал процессор 386. Однако надо отдать должное создателям процессора 286, которые предприняли первую попытку построить *многозадачный* процессор, который мог бы выполнять сразу несколько программ. Он был спроектирован так, что при зависании одной из программ не нужно было

перезагружать всю систему *горячим* (сброс) или *холодным* (отключение и включение питания) способом. Теоретически, то, что происходит в одной области памяти, не должно сказываться на работе других программ. Однако для полной изоляции многозадачных программ друг от друга процессор 286 и последующие модели должны работать с операционной системой, которая обеспечивает такую защиту.

Сопроцессор 80287. Внутренняя архитектура сопроцессора 80287 аналогична архитектуре 8087. Работают они одинаково, но отличаются разводкой выводов.

В большинстве компьютеров рабочая частота системной платы делится внутри процессора на 2, а 80287 делит ее на 3. Таким образом, сопроцессор 80287 работает на частоте, равной $^1/_3$ от частоты системной платы, или $^2/_3$ от тактовой частоты 80286. Из-за асинхронной работы двух микросхем взаимодействие между ними не столь эффективно, как между 8088 и 8087.

В конечном счете сопроцессоры 8087 и 80287 работают примерно на одинаковой тактовой частоте. Если рассудить здраво, 80287 ничем не лучше 8087, хотя сам процессор 286 во многом превосходит процессоры 8088 и 8086. Поэтому в большинстве компьютеров класса AT выигрыш от применения сопроцессора 80287 оказывается не столь значительным по сравнению с тем, что дает 8087 в компьютерах класса PC, XT или 80386.

Проблемы в процессоре 286. Если вы удаляете из компьютера класса AT сопроцессор, вам следует заново выполнить программу SETUP. Некоторые программы SETUP не сбрасывают бит сопроцессора должным образом. Если во время самопроверки (при выполнении программы POST) появляется сообщение о том, что компьютер не может найти сопроцессор, необходимо временно отключить аккумулятор на системной плате. При этом вся информация в CMOS-памяти будет утеряна, поэтому, прежде чем отключить аккумулятор, надо записать типы жесткого диска, накопителей на гибких дисках, а также конфигурации памяти и монитора. Эта информация понадобится для восстановления работоспособности компьютера.

Третье поколение процессоров: P3 (386)

Процессор 386. Процессор 80386 (или просто 386) стал настоящей сенсацией в мире ПК, что объяснялось его исключительно высокой производительностью по сравнению с предшественниками.

Создатели этого полностью 32-разрядного процессора стремились добиться максимальной производительности и возможности работать с многозадачными операционными системами. Фирма Intel выпустила МП 386 в 1985 году, а системы на его основе, например, такие как Compaq Deskpro 386 и некоторые другие, появились в конце 1986 — начале 1987 года; несколько позже IBM выпустила компьютер класса PS/2 модели 80. Пик популярности процессора 386 пришелся примерно на 1991 год, затем его стали вытеснять более совершенные и постоянно дешевеющие процессоры 486 и Pentium. Однако он широко применялся в недорогих и довольно высокопроизводительных для своего времени портативных компьютерах.

В реальном режиме процессор 386 может выполнять команды процессоров 8086 и 8088, затрачивая на них меньше тактов. Среднее количество тактов на команду, как и у процессора 286, равно 4,5. Таким образом, "чистая" производительность компьютеров с процессорами 386 и 286 при равных тактовых частотах одинакова. Многие фирмы, производившие компьютеры на базе процессора 286, утверждали, что быстродействие их систем с тактовыми частотами 16 и 20 МГц равно быстродействию аналогичных компьютеров на основе процессора 386. И они были правы! Повышение реальной производительности процессора 386 было достигнуто за счет введения дополнительных программных возможностей (режимов) и значительного усовершенствования диспетчера памяти MMU (Memory Management Unit). Процессор 386 показан на рис. 3.18.

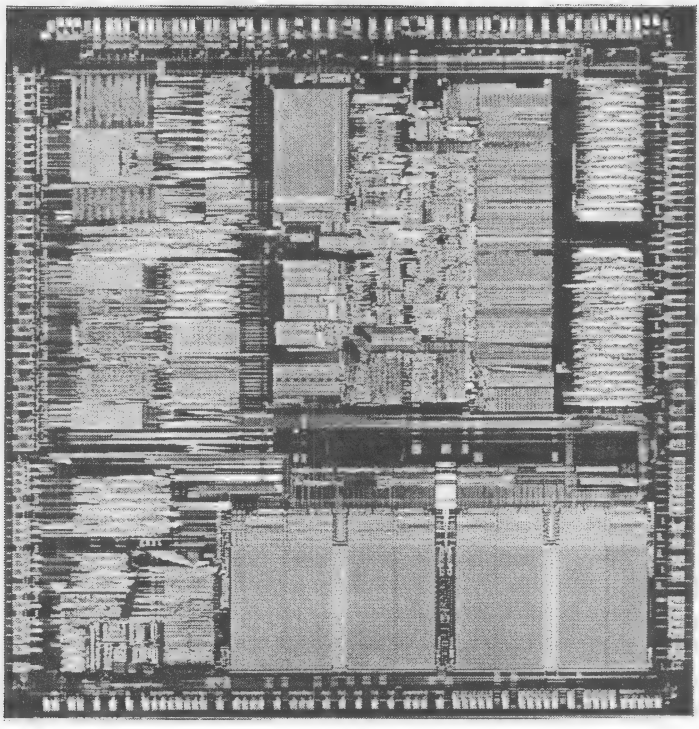


Рис. 3.18. Процессор 386. Фотография публикуется с разрешения корпорации Intel

Процессор 386 может программно переключаться в защищенный режим и обратно без общей перезагрузки компьютера. Кроме того, в нем предусмотрен *виртуальный режим (virtual real mode)*, в котором в реальных режимах может выполняться сразу несколько программ, защищенных одна от другой.

Защищенный режим процессора 386 полностью совместим с защищенным режимом 286. Его часто называют *естественным (native mode),* поскольку оба процессора разрабатывались для операционных систем OS/2 и Windows NT, работающих только в защищенном режиме. Дополнительные возможности адресации памяти в защищенном режиме появились благодаря разработке нового диспетчера памяти MMU, в котором реализованы более эффективная страничная организация памяти и программные переключения. Поскольку новый MMU создавался на базе аналогичного узла процессора 286, система команд процессора 386 полностью совместима с 286.

Нововведением, появившимся в процессоре 386, является виртуальный режим, в котором он имитирует работу процессора 8086. При этом несколько экземпляров DOS или других операционных систем могут работать одновременно, используя свои защищенные области памяти. Сбой или зависание программы в одной области не влияет на отдельные части системы. Испорченный экземпляр можно перезагрузить.

Существует довольно много разновидностей процессоров 386, отличающихся производительностью, потребляемой мощностью и т.п. В следующих разделах некоторые ИС будут рассмотрены подробнее.

Процессор 386DX. Микросхема 386DX была первым процессором этого семейства. Она представляет собой полностью 32-разрядный процессор с 32-разрядными внутренними реги-

страми, а также 32-разрядными внутренней и внешней шинами данных. На кристалле ИС размещается 275 000 транзисторов, т.е. она относится к СБИС — сверхбольшим интегральным схемам. Процессор выпускается в 132-выводном корпусе и потребляет ток около 400 мА (значительно меньше, чем процессор 8086). Столь низкое потребление мощности связано с тем, что процессор выполнен по технологии CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor — комплиментарная МОП-структура, КМОП-структура), допускающей потребление крайне низких уровней энергии.

Тактовая частота процессоров 386, выпускаемых фирмой Intel, колебалось от 16 до 33 МГц, в микросхемах других фирм она достигала 40 МГц.

Процессор может адресовать память объемом до 4 Гбайт. Встроенный администратор памяти позволяет программам работать так, как будто в их распоряжении есть практически неограниченная виртуальная память объемом 64 Тбайт (1 Тбайт = 1024 Гбайт = 1 099 511 627 776 байт).

Процессор 386SX. Процессор 386SX, разрабатывавшийся под кодовым названием *P9*, предназначен для компьютеров с возможностями процессора 386, который стоил бы не больше системы 286. Как и в процессоре 286, для взаимодействия с остальными компонентами компьютера использовалась 16-разрядная шина данных. Однако внутренняя архитектура процессора 386SX аналогична архитектуре 386DX, т.е. он может обрабатывать одновременно 32 бит данных. Шина адреса 386SX — 24-разрядная (в отличие от 32-разрядной в других модификациях процессора 386), и он может адресовать только 16 Мбайт (а не 4 Гбайт) памяти, т.е. столько же, сколько процессор 286. Процессоры 386 выпускаются с различными тактовыми частотами в пределах от 16 до 33 МГц.

Появление 386SX ознаменовало конец "карьеры" процессора 286, в первую очередь, благодаря более совершенному MMU и появлению виртуального режима. Под управлением Windows или OS/2 процессор 386SX может одновременно выполнять несколько программ DOS. Кроме того, в отличие от процессора 286 и предшествующих, он может выполнять все программы, ориентированные на процессоры 386. Например, Windows 3.1 работает с 386SX почти так же хорошо, как с 386DX.

Замечание

Если вы думаете, что для превращения системы 286 в 386 достаточно установить процессор 386SX вместо уже имеющегося, то вы ошибаетесь. В процессорах 386SX и 286 различные разводки и расположения выводов, поэтому установить новый процессор в старое гнездо не удастся. Вам понадобятся дополнительные приспособления для установки CPU 386SX в систему 286. Но такая замена почти не дает выигрыша в быстродействии, так как возможности обмена с памятью и периферийными устройствами ограничены 16-разрядным интерфейсом системной платы. Процессор 386SX с тактовой частотой 16 МГц лишь ненамного превосходит по производительности процессор 286 с той же частотой, однако его возможности по управлению памятью значительно шире (если системная плата позволяет их использовать). Кроме того, вы получаете возможность работать с программами, разработанными специально для систем 386.

Процессор 386SL. Данный тип процессора является еще одной версией процессоров 386. Процессор 386SL с малым потреблением мощности предназначен для портативных компьютеров, в которых это обстоятельство имеет решающее значение; при этом он обладает всеми возможностями процессора 386SX. В процессоре 386SL предусмотрены возможности снижения энергопотребления, что имеет важное значение при питании компьютера от аккумуляторов, и несколько дежурных режимов, в которых расход энергии уменьшается.

Структура процессора несколько усложнена за счет схем *SMI* (*System Management Interrupt*), обеспечивающих управление потребляемой мощностью. В процессоре 386SL также предусмотрена поддержка расширенной памяти (expanded memory) в стандарте LIM (Lotus Intel Microsoft) и встроен кэш-контроллер для управления внешним кэшем объемом от 16 до 64 Кбайт.

В результате этих нововведений количество транзисторов в микросхеме возросло до 855 000, и их стало больше, чем в ИС 386DX. Тактовая частота центрального процессора 386SL равна 25 МГц.

Фирма Intel разработала вспомогательную микросхему ввода-вывода 82360SL для ее совместного использования с центральным процессором 386SL в портативных компьютерах. В ней на одном кристалле объединены такие стандартные устройства, как последовательные и параллельные порты, контроллер ПДП, контроллер прерываний, а также схема управления потребляемой мощностью для процессора 386SL. Эта ИС использовалась вместе с процессором в малогабаритных компьютерах с ограниченными ресурсами.

Сопроцессор 80387. Несмотря на то что микросхема 80387 работает асинхронно, компьютеры с процессором 386 спроектированы так, что сопроцессор работает на частоте процессора. В отличие от 80287, который очень похож на 8087 и отличается от последнего в основном разводкой выводов, сопроцессор 80387 с повышенной производительностью разрабатывался специально для работы с процессором 386.

Все микросхемы 387 производятся по CMOS-технологии и отличаются малым потреблением мощности. Существует две разновидности сопроцессора: 387DX (работает с CPU 386DX) и 387SX (работает с CPU 386SX, SL и SLC).

Сначала фирма Intel выпускала несколько модификаций 387DX с разными тактовыми частотами. Но при разработке сопроцессора на 33 МГц пришлось уменьшить длину сигнальных проводников (при этом, естественно, потребовались новые фотошаблоны). В результате размер структур на кристалле удалось уменьшить с 1,5 до 1 мкм, а площадь кристалла сократить на 50%. В конечном итоге производительность микросхемы увеличилась на 20%.

Замечание

Фирма Intel запоздала с разработкой сопроцессора 387: гнездо для сопроцессора 287 устанавливалось еще в первых компьютерах с процессором 386. Разумеется, производительность такого комплекта оставляла желать лучшего.

Установить 387DX на плату довольно легко, но делать это надо очень внимательно: при ошибочной установке микросхемы в гнезде она выходит из строя. Обязательно пользуйтесь документацией фирмы-производителя.

Некоторые фирмы разработали свои собственные варианты сопроцессоров 387, рекламируемые как более быстродействующие по сравнению с микросхемами фирмы Intel. Все они полностью совместимы с упомянутыми сопроцессорами.

Сопроцессоры фирмы Weitek. В 1981 году несколько инженеров фирмы Intel основали компанию Weitek, которая занялась разработкой сопроцессоров для компьютеров, включая компьютеры с процессорами фирмы Motorola. Поскольку фирма Intel запаздывала с разработкой собственной микросхемы 387, она заключила с Weitek контракт на разработку сопроцессора для процессора 386. Так появился сопроцессор Weitek 1167, система команд которого не совместима с командами сопроцессора 387.

Сопроцессор Weitek 1167 — это не отдельная микросхема, а плата с несколькими микросхемами. Она вставляется в специальное 112-контактное гнездо, которое не совместимо с гнездами сопроцессора 387 и процессора 486SX.

Дефекты первых процессоров 80386. В некоторых первых процессорах 386DX с тактовой частотой 16 МГц имеется незначительный дефект, который при поиске неисправностей можно отнести к проблемам, связанным с программным обеспечением. Дефект, который, по-видимому, связан с внутренней схемой для умножения 32-разрядных чисел, проявляется только в полном 32-разрядном режиме, например при работе под управлением OS/2 версий 2.*x*, UNIX/386 или Windows в расширенном режиме (Enhanced mode). Он влияет и на работу

некоторых программ — диспетчеров памяти, но при использовании 16-разрядных операционных систем, например DOS и OS/2 версий 1.*x*, его, как правило, обнаружить не удается.

Этот дефект обычно приводит к зависанию компьютера. Диагностировать его довольно трудно, поскольку он проявляется не всегда и зависит от типа программы. Тесты тоже мало помогают. Выявить дефектную микросхему можно только в заводских условиях. Если тест-программа сообщает вам об ошибке, значит, микросхема действительно дефектна. Иногда тест проходит, но это еще ни о чем не говорит — микросхема все равно может быть неисправной.

Фирма Intel обратилась к торгующим организациям с просьбой вернуть микросхемы с возможными дефектами, но далеко не все откликнулись на это предложение. Все возвращенные ИС были проверены, а неисправные микросхемы заменены. Дефектные микросхемы по сниженным ценам были распроданы тем потребителям, которых удовлетворяли процессоры, работавшие только в 16-разрядном режиме. На таких микросхемах ставилась маркировка `16-bit SW Only`, означающая, что процессоры предназначены для выполнения только 16-разрядных программ.

На микросхемы, прошедшие проверку, и на микросхемы следующих выпусков (без дефекта) наносилась маркировка ΣΣ. Процессоры 386DX, на которых нет никакой дополнительной маркировки, могут быть дефектными.

Таким образом, на процессоры, не прошедшие проверку, нанесена только одна маркировка:

```
80386-16
```

Эти микросхемы могут быть как с дефектом, так и без него. Такую микросхему лучше всего вернуть фирме-производителю для замены.

Микросхемы с дефектом, которые могут выполнять только 16-разрядные программы, маркируются следующим образом:

```
80386-16
16-bit SW Only
```

Они могут работать с 16-разрядными программами (например, с DOS), но не с 32-разрядными (Windows или OS/2).

На микросхемы без дефекта наносится такая маркировка:

```
80386-16
ΣΣ
```

Эти микросхемы выполняют все функции, предусмотренные для процессоров 386.

Дефект был обнаружен и исправлен еще до того, как фирма Intel ввела для процессора обозначение DX, поэтому в микросхемах с маркировкой 80386DX или 386DX его нет.

Для компьютеров с процессором 386DX характерен еще один дефект, который дает о себе знать только в определенных ситуациях. Если компьютер с сопроцессором 387DX работает с операционной системой XENIX или другой UNIX-подобной системой, то при некоторых определенных условиях он может зависать. При работе с DOS этого не происходит. Для того чтобы компьютер завис, одновременно должны быть выполнены следующие условия:

- должно происходить обращение к страницам виртуальной памяти;
- в компьютере должен использоваться сопроцессор 387DX;
- должен осуществляться прямой доступ к памяти;
- процессор 386 должен находиться в состоянии ожидания.

Когда все это происходит одновременно, 386DX останавливается в ожидании ответа от 387DX. Это состояние может длиться бесконечно долго, т.е. компьютер зависает. Причина

кроется в несовершенстве некоторых разновидностей процессоров 386 и не связана с сопроцессором.

Фирма Intel сообщила об этой проблеме (Errata 21) всем производителям патентованного оборудования (OEM), как только она была обнаружена, и все производители должны были учитывать эту особенность при разработке систем и программного обеспечения. Фирмы IBM и COMPAQ, например, модифицировали системные платы таким образом, что зависания прекратились.

В следующей версии процессора проблема была устранена. Определить, к какой версии относится ваш процессор, можно по маркировке: если в обозначении, в части номера микросхемы, присутствуют буквы DX (например, 386DX-20), значит, это процессор без дефекта.

Четвертое поколение процессоров: P4 (486)

Процессоры 486. Появление процессора 80486 (или просто 486) стало следующим этапом повышения быстродействия ПК. Его новые возможности привели к бурному росту производства программного обеспечения. Десятки миллионов копий Windows и миллионы копий OS/2 были проданы потому, что благодаря процессору 486 графический пользовательский интерфейс превратился в само собой разумеющееся удобство для тех, кто ежедневно работает на компьютере.

Достичь вдвое большей производительности процессора 486 по сравнению с 386 (при одной и той же тактовой частоте) удалось благодаря тому, что появились следующие нововведения.

- *Уменьшение времени выполнения команд.* В среднем одна команда в процессоре 486 выполняется всего за 2 такта, а не за 4,5, как в процессоре 386.
- *Встроенный кэш уровня 1.* Встроенный кэш обеспечивает коэффициент попадания 90–95% (коэффициент, отображающий, как часто операции считывания выполняются без ожидания). Использование дополнительного внешнего кэша может еще больше увеличить этот коэффициент.
- *Укороченные циклы памяти (burst mode).* Стандартный 32-разрядный (4-байтовый) обмен с памятью происходит за 2 такта. После стандартного 32-разрядного обмена можно выполнить до трех следующих обменов (т.е. до 12 байт), затрачивая на каждый из них по одному такту вместо двух. В результате 16 последовательных байтов данных передается за пять тактов вместо восьми. Выигрыш может оказаться даже еще большим при 8- или 16-разрядных обменах.
- *Встроенный (синхронный) сопроцессор (в некоторых моделях).* Сопроцессор работает на той же тактовой частоте, что и главный процессор, поэтому на выполнение математических операций затрачивается меньше циклов, чем в предыдущих сопроцессорах. Производительность встроенного сопроцессора в среднем в 2–3 раза выше производительности внешнего 80387.

Быстродействие процессоров 486 в два раза выше, чем у 386, т.е. производительность процессора 486SX на 20 МГц такая же, что и у процессора 386DX на 40 МГц. Если бы мне пришлось выбирать между процессором 386 на 40 МГц и 486 на 20 МГц, я бы выбрал последний. Процессор 486 с более низкой тактовой частотой не только обладает таким же (или даже более высоким) быстродействием, но и имеет то преимущество, что его в будущем можно будет легко заменить на DX2 или DX4, производительность которых еще в 2–3 раза выше. Теперь нетрудно понять, почему процессор 486 быстро вытеснил процессор 386.

До появления CPU 486 многие избегали графических пользовательских интерфейсов, не желая долго разглядывать песочные часы на экране при выполнении системных операций. С появлением процессора 486 ситуация резко изменилась, и теперь считается, что именно он способствовал росту популярности графических пользовательских интерфейсов.

С появлением еще более быстродействующего процессора Pentium фирма Intel начала снижать цены на процессоры семейства 486, стремясь сделать их доминирующими. (Сейчас, кстати, снижаются цены и на процессоры Pentium.) Было выпущено множество модификаций процессора 486: с сопроцессором и без него, с тактовыми частотами от 16 до 120 МГц, с устройствами снижения энергопотребления и с напряжением 3,3 В (что позволяет еще больше снизить потребляемую мощность).

Со времени, прошедшего после появления в 1989 году первой микросхемы 486DX, образовалось целое семейство подобных процессоров. Будучи в основном похожими друг на друга (одинаковая 32-разрядная архитектура, наличие встроенного кэша и т.д.), они обладают разным быстродействием и разводкой выводов. Среди них можно выделить несколько групп, отличающихся конструктивным исполнением и тактовой частотой:

- 486SX без сопроцессора;
- 486DX с сопроцессором;
- 486DX2 с удвоенным быстродействием (OverDrive) и сопроцессором;
- 486DX4 с утроенным быстродействием и сопроцессором.

Процессоры большинства указанных типов выпускаются с различными максимальными тактовыми частотами в диапазоне от 16 до 100 МГц и выше. Эти частоты приведены в табл. 3.16.

Процессор с максимальной тактовой частотой будет работать и на меньших частотах. Например, CPU 486DX4 с тактовой частотой 100 МГц будет работать на 75 МГц в составе системной платы с рабочей частотой 25 МГц. Отметим, что в процессорах DX2/OverDrive внутренние операции выполняются с частотой, в два раза превышающей рабочую частоту системной платы, а в процессоре DX4 этот коэффициент может быть равен 2,2,5 или 3. В табл. 3.16 приведены возможные варианты использования процессоров DX2 и DX4 при различных рабочих частотах системной платы.

Таблица 3.16. Тактовые частоты процессоров DX2 и DX4 в зависимости от рабочей частоты системной платы, МГц

Частота системной платы, МГц	16	20	25	33	40	50
DX2	32	40	50	66	80	Не выпускается
DX4 (режим 2x)	32	40	50	66	80	100
DX4 (режим 2,5x)	40	50	63	83	100	Не выпускается
DX4 (режим 3x)	48	60	75	100	120	Не выпускается

Внутренняя частота процессора DX4 контролируется сигналом кратности умножения частоты CLKMUL на выводе R-17 (гнездо типа Socket 1) или S-18 (гнездо типа Socket 2, Socket 3 или Socket 6). Входной сигнал CLKMUL задается только во время перезагрузки компьютера и определяет отношение внутренней частоты и к частоте сигнала CLK на выводе C-3 (гнездо типа Socket 1) или D-4 (гнездо типа Socket 2, Socket 3 или Socket 6) внешней шины. Если уровень сигнал CLKMUL низкий, то внутренняя тактовая частота будет в два раза выше частоты внешней шины, а если высокий или остается переменным (большинство системных плат работает с переменным уровнем сигнала CLKMUL), задается режим утроенного быстродействия. Если сигнал CLKMUL соединяется с сигналом запроса шины BREQ (Bus Request) на выводе Q-15 (гнездо типа Socket 1) или R-16 (гнездо типа Socket 2, Socket 3 или Socket 6), внут-

ренняя тактовая частота будет в 2,5 раза превышать тактовую частоту CLK. Ниже поясняется, как можно соединять разъемы для каждой из тактовых частот DX4.

Кратность тактовой частоты	CLKMUL (выбранный исключительно при перезагрузке компьютера)
2x	Низкий
2,5x	Соединенный с BREQ
3x	Высокий или переменный

Вам нужно будет определить, как установлены перемычки на вашей системной плате, и выяснить, можно ли их установить так, чтобы тактовая частота процессора была кратна (т. е. больше в количество раз, равное множителю) тактовой частоте сигналом CLK. В большинстве случаев надо просто изменить положение перемычек, расположенных на плате около процессорного разъема.

Процессор DX4-100 имеет одну интересную возможность: он может работать в режиме удвоения тактовой частоты с системной платой, имеющей частоту 50 МГц, что позволит значительно увеличить производительность шины памяти при частоте процессора 100 МГц (как будто вы работаете с процессором в режиме утроения тактовой частоты 33/100 МГц). Однако, если вы хотите, чтобы вставленные в вашей системе платы VL-Bus корректно выполняли операции, уменьшите частоту до 33 или 40 МГц. Гнезда VL-Bus в большинстве последних системных плат VL-Bus могут работать в буферном режиме. Кроме того, данные системные платы способны добавлять состояния ожидания и даже избирательно изменять частоту исключительно для разъемов VL-Bus с целью обеспечения их совместимости. Вряд ли они будут корректно работать при частоте 50 МГц. Конструкция системной платы описана в технической документации.

Процессоры 486 различаются не только быстродействием, но и разводкой выводов. Их разновидности DX, DX2 и SX выпускаются в практически одинаковых 168-контактных корпусах, а микросхемы *OverDrive* — либо в обычном 168-контактном, либо в модифицированном 169-контактном варианте (который иногда называют *корпусом 487SX*). Если на вашей системной плате установлены два гнезда, то первое из них предназначено для стандартного 168-контактного корпуса, а второе — для 169-контактного OverDrive. На многих системных платах с гнездом типа ZIF (с нулевым усилием вставки) можно установить любой из процессоров 486, кроме DX4, напряжение которого равно 3,3, а не 5 В, как у остальных микропроцессоров. Правда, во многих современных системных платах можно установить напряжение питания процессора равным 3,3 В.

Гнездо модернизируемого компьютера должно соответствовать устанавливаемому процессору. Если установить процессор DX4 в гнездо с уровнем сигнала 5 В, то процессор выйдет из строя!

Семейство процессоров 486 обладает столь высокой производительностью (по сравнению с предыдущими типами процессоров) в основном благодаря тому, что такие устройства, как кэш-контроллер, кэш-память и сопроцессор, которые до сих пор выпускались в виде отдельных микросхем, введены в состав самих ИС процессоров. Еще одним их достоинством является простота модернизации. В большинстве случаев достаточно установить новый процессор, и можно практически удвоить производительность компьютера.

Процессоры 486DX. Первый процессор 486DX был выпущен фирмой Intel 10 апреля 1989 года, а первые компьютеры на его основе — в 1990 году. Тактовая частота первого процессора составляла 25 МГц, напряжение питания — 5 В. Позднее появились микросхемы на 33 и 50 МГц. Сначала они выпускались только в 168-контактных корпусах PGA, но сегодня существуют как 5-вольтовые модификации в 196-контактных корпусах PQFP (Plastic Quad Flat Pack), так и ИС с напряжением питания 3,3 В в 208-контактных корпусах SQFP (Small Quad Flat Pack).

Два последних варианта выпускаются в улучшенной версии SL Enhanced и предназначены для портативных компьютеров, в которых важна малая потребляемая мощность.

Процессоры 486 отличаются от старых CPU 286 и 386 высокой степенью интеграции (в них есть встроенные сопроцессор, кэш-контроллер и кэш-память) и возможностью модернизации компьютеров на их основе — для большинства разновидностей 486 существуют варианты OverDrive с удвоенным быстродействием.

Процессор 486DX производится по технологии CMOS (КМОП-технологии), его внутренние регистры, внешняя шина данных и шина адреса — 32-разрядные, как и у процессора 386. На кристалле размером с ноготь размещается 1,2 млн транзисторов (в 4 раза больше, чем в процессоре 386). По этому параметру можно косвенно судить о возможностях микросхемы. Процессор 486 показан на рис. 3.19.

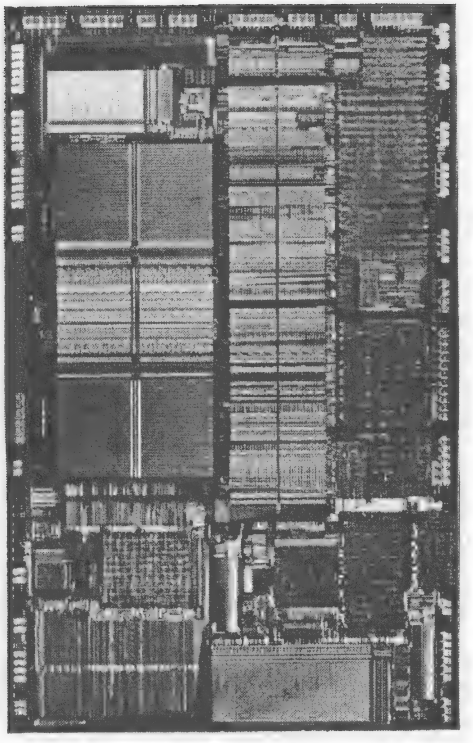


Рис. 3.19. Процессор 486. Фотография публикуется с разрешения корпорации Intel

В стандартный процессор 486DX входят арифметико-логическое устройство (АЛУ), сопроцессор, устройство управления памятью и встроенный кэш-контроллер с памятью емкостью 8 Кбайт. Благодаря встроенному кэшу и эффективному арифметико-логическому устройству среднестатистическая команда в процессорах семейства 486 выполняется всего за 2 такта (в процессорах 286 и 386 на это затрачивается 4,5 такта, а в процессорах 8086/8088 — 12 тактов). При одной и той же тактовой частоте процессор 486 вдвое производительнее 386.

Система команд процессора 486 полностью совместима с системами команд предыдущих процессоров Intel, например с 386, но в ней предусмотрены некоторые дополнения, связанные, в основном, с управлением встроенным кэшем.

Как и 386, процессор 486 может адресовать память объемом 4 Гбайт и работать с виртуальной памятью до 64 Тбайт. Он может работать во всех трех предусмотренных для процессора 386 режимах: реальном, защищенном и виртуальном.

- В реальном режиме выполняются программы, написанные для процессора 8086.
- В защищенном режиме реализуются более эффективная страничная организация памяти и программные переключения.
- В виртуальном режиме возможно создание нескольких копий DOS или другой операционной системы, для каждой из которых создается виртуальный центральный процессор 8086. Таким образом, под управлением Windows или OS/2 процессор может одновременно выполнять 16- и 32-разрядные программы в защищенных от взаимного влияния областях памяти. При сбое или зависании программы в одной области остальные части системы не пострадают, а зависшую операционную систему можно перезагрузить отдельно.

Встроенный сопроцессор. В процессоре 486DX имеется встроенный сопроцессор *MCP (Math CoProcessor)* или *FPU (Floating-Point Unit)*. В отличие от предыдущих сопроцессоров, выпускавшихся в виде отдельных микросхем, его не нужно дополнительно устанавливать на системную плату, если вы захотите ускорить процесс выполнения сложных математических вычислений. Сопроцессор, входящий в CPU 486DX, полностью совместим с сопроцессором 387, встроенным в 386, но его производительность приблизительно в 2 раза выше, поскольку он работает синхронно с основным процессором и по сравнению с 387 выполняет большинство команд за вдвое меньшее число тактов.

Процессор 486SL. Процессор 486SL некоторое время выпускался в виде отдельной микросхемы, а затем был снят с производства. Усовершенствования и нововведения варианта SL были учтены практически во всех процессорах 486 (SX, DX и DX2), выпускавшихся с маркировкой *SL Enhanced*. В процессорах SL Enhanced содержатся дополнительные узлы, обеспечивающие снижение потребляемой мощности.

Микросхемы SL Enhanced первоначально предназначались для использования в портативных компьютерах с питанием от аккумуляторов, но сейчас они применяются и в настольных компьютерах. Предусмотрены такие приемы снижения энергопотребления, как работа в дежурном режиме и переключение тактовой частоты. Выпускаются также разновидности этих микросхем с напряжением питания 3,3 В.

Фирма Intel разработала систему снижения энергопотребления, названную *SMM (System Management Mode)*. Она функционирует независимо от остальных узлов процессора и выполняемых им программ. Система построена на основе таймеров, регистров и других логических схем, которые могут регулировать потребление энергии некоторыми устройствами, входящими в состав портативного компьютера, не мешая при этом работе других устройств. Программа SMM записывается в специально отведенную область памяти (System Management Memory), недоступную для операционной системы и прикладных программ. Для обслуживания событий, связанных с управлением потребляемой мощностью, предусмотрено *прерывание SMI (System Management Interrupt)*. Оно не зависит от остальных прерываний и имеет наивысший приоритет.

SMM обеспечивает гибкое и безопасное управление питанием. Если, например, прикладная программа пытается обратиться к периферийному устройству, которое находится в режиме пониженного потребления энергии, то вырабатывается прерывание SMI. После этого устройство включается на полную мощность и программа обращается к нему еще раз.

В процессорах SL можно использовать режимы приостановки (suspend) и возобновления (resume). В портативных компьютерах режим приостановки применяется для их временного выключения и включения. Переход из одного режима в другой обычно занимает не больше

одной секунды, причем после переключения из режима приостановки восстанавливается то же самое состояние компьютера, в котором он находился до этого. При этом не требуется перезагружать компьютер и операционную систему, запускать приложение и снова вводить данные. Достаточно просто нажать соответствующую кнопку — и компьютер готов к работе.

В режиме приостановки процессоры SL практически не потребляют энергии. Поэтому компьютер может находиться в этом режиме в течение нескольких недель, а затем его моментально можно привести в рабочее состояние. Пока компьютер находится в режиме приостановки, "замороженные" программы и данные могут храниться в системном ОЗУ, хотя лучше сохранить их на диске.

Процессор 486SX. Процессор 486SX начали выпускать в апреле 1991 года как более дешевый вариант CPU 486DX без сопроцессора.

Как уже говорилось, процессор 386SX — это "урезанный", 16-разрядный, вариант полноценного 32-разрядного CPU 386DX. У него другая разводка выводов, и он не взаимозаменяем с более производительным процессором 386DX. Ситуация с процессором 486SX совершенно иная. Это полноценный 32-разрядный процессор, выводы которого в основном соответствуют 486DX (изменены функции и нумерация лишь нескольких выводов). Их геометрическое расположение одинаковое, и указанные микросхемы могут быть установлены в одно и то же гнездо.

Процессор 486SX появился, скорее всего, по коммерческим, а не по технологическим причинам. Первые партии этих ИС были обычными микросхемами DX с дефектными сопроцессорами. Вместо того чтобы отправить их на переработку, производители вставляли кристаллы в корпус, отключив при этом сопроцессор, и продавали под названием 486SX. Однако длилось это недолго, и вскоре для 486SX были разработаны свои собственные фотошаблоны, отличающиеся от DX (*фотошаблон* — это фотографический чертеж процессора, который используется для нанесения на кремниевый кристалл сложных сигнальных проводников). Это сразу сказалось на количестве транзисторов в ИС (1,185 млн вместо 1,2 млн).

При одинаковых тактовых частотах процессор 486SX вдвое производительнее, чем 386DX.

Процессоры 486SX выпускались с максимальными тактовыми частотами 16, 20, 25 и 33 МГц. 486 SX/2 имел частоту до 50 или 66 МГц. Его корпус обычно имеет 168 выводов, но существуют и разновидности SL Enhanced в корпусах с планарными выводами для поверхностного монтажа.

Во всех информационных материалах, распространяемых фирмой Intel, подразумевается, что в компьютер, собранный на базе 486SX, можно установить сопроцессор. Однако технически это сделать невозможно, поскольку отдельного сопроцессора в природе не существует. Фактически вам придется установить на плату дополнительный CPU 486 со встроенным сопроцессором и отключить уже имеющийся на системной плате процессор 486SX. (Такой прием может показаться несколько странным, поэтому прочтите следующий раздел, в котором речь пойдет об одном из важнейших отличий семейства 486 — простоте модернизации.)

Сопроцессор 487SX. Так называемый *сопроцессор 487SX* фактически является процессором 486DX с тактовой частотой 25 МГц, к которому добавлен еще один вывод и изменены функции некоторых других выводов. При установке в дополнительное гнездо компьютера этот процессор отключает имеющийся 486SX с помощью дополнительного сигнала, подаваемого на один из выводов. Дополнительный, 169-й, вывод используется не для передачи сигналов, а для правильной ориентации микропроцессора в гнезде.

Микросхема 487SX выполняет все функции CPU 486SX и содержит сопроцессор. Процессор 487SX был промежуточным этапом подготовки фирмой Intel настоящего сюрприза — процессора OverDrive. Микросхемы DX2/OverDrive с удвоенной тактовой частотой устанавливаются в то же 169-контактное гнездо и имеют такую же разводку выводов, что и процессор 487SX. Поэтому в любой компьютер, рассчитанный на использование 487SX, можно установить и микросхему DX2/OverDrive.

Когда появился процессор 486SX, фирма Intel рекомендовала разработчикам предусматривать на системных платах свободное 169-контактное гнездо для сопроцессора 487SX — *гнездо*

модернизации. Сначала в него можно было установить только ИС 487SX. Вызывало удивление то, что этот так называемый "сопроцессор" на самом деле был полноценным CPU 486DX!

Единственное различие между 487SX и 486DX заключается в том, что у 487SX 169 выводов. При установке 487SX в гнездо специальный сигнал с одного из ранее не использовавшихся выводов (интересно, что не с дополнительного 169-го вывода!) отключает существующий в компьютере процессор 486SX, и все операции выполняет процессор 487SX со своим сопроцессором. Собственно, этим и объясняется высокая стоимость 487SX. Старый процессор 486SX остается на плате и при этом вообще не функционирует!

Несмотря на то что процессор 487SX практически идентичен 486DX, установить стандартный 486DX в гнездо OverDrive просто так невозможно, поскольку назначения выводов у них не совпадают (на некоторых системных платах имеются перемычки, переставляя которые определенным образом, можно использовать процессоры с различными конфигурациями выводов). Поскольку у CPU 487SX фактически используется 168 выводов (хотя он и вставляется в 169-контактное гнездо), а их геометрическое расположение такое же, как у 486DX, в гнездо SX можно, в принципе, установить процессор DX. Сможете ли вы заставить его при этом работать — зависит от конструкции системной платы.

В большинстве случаев можно было бы модернизировать компьютер, заменив процессор 486SX на 487SX (и даже на DX или OverDrive). Однако фирма Intel рекомендует всем фирмам-производителям устанавливать на платах дополнительное гнездо (OverDrive). Дело в том, что замена процессора, установленного в стандартном гнезде, — процедура довольно рискованная. Правда, сегодня Intel настаивает на том, чтобы для процессора на системной плате предусматривалось одно-единственное гнездо типа ZIF, что намного упрощает модернизацию компьютеров.

Отметим также, что незначительное количество системных плат для компьютеров на базе процессора 486 имело гнездо для установки сопроцессора Weitek 4187, появившегося в ноябре 1989 года.

Процессоры DX2/OverDrive и DX4. В марте 1992 года фирма Intel приступила к выпуску процессоров DX2 с удвоенной тактовой частотой. В мае они поступили в розничную продажу под названием *OverDrive*. Сначала процессоры OverDrive были 169-контактными, т.е. их можно было установить только в те компьютеры с процессором 486SX, в которых имелось дополнительное гнездо на 169 контактов.

В сентябре 1992 года появились модели OverDrive со 168 контактами, предназначенные для модернизации компьютеров с процессорами 486DX. Эти процессоры можно устанавливать в любые компьютеры, построенные на базе процессоров 486 (SX или DX), и даже в те, которые не рассчитаны на использование 169-контактных ИС. Новый процессор просто устанавливается на плату — и компьютер работает вдвое быстрее!

Внутренняя тактовая частота процессоров DX2/OverDrive вдвое выше частоты системной платы. Например, при тактовой частоте системной платы 25 МГц процессор работает на частоте 50 МГц, при 33 МГц — на частоте 66 МГц. Удвоение внутренней частоты не сказывается на работе других компонентов компьютера — все они функционируют так же, как с обычным процессором 486. Поэтому при переходе на процессор с удвоенной частотой вам не придется заменять другие компоненты компьютера, например модули памяти. Одним словом, вы существенно повысите производительность системы, заменив всего одну микросхему, а не устанавливая более быстродействующую и дорогую системную плату.

Микросхемы DX2/OverDrive выпускались со следующими тактовыми частотами:

- 40 МГц для компьютеров с частотами 16 и 20 МГц;
- 50 МГц для компьютеров с частотой 25 МГц;
- 66 МГц для компьютеров с частотой 33 МГц.

Это максимальные значения тактовых частот. Микросхему на 66 МГц без проблем можно использовать вместо микросхемы с максимальной частотой 40 или 50 МГц, хотя при этом процессор будет работать несколько медленнее. Реальная тактовая частота процессора определяется только частотой системной платы и равна ее удвоенному значению. Например, установленный вместо 486SX на 16 МГц процессор DX2/OverDrive на 40 МГц (частота системной платы — 16 МГц) будет работать на частоте 32 МГц. Выпускать процессоры DX2/OverDrive с тактовой частотой 100 МГц (для компьютеров с частотой системной платы 50 МГц) сначала не предполагалось, но затем все же началось производство процессора DX4, который можно перевести в режим удвоенной частоты и установить на системной плате с частотой 50 МГц (более подробно об этом речь пойдет в следующих разделах).

Единственным устройством внутри ИС DX2, работающим на основной (не удвоенной) частоте, является *интерфейс шины*, через который осуществляется связь процессора с внешним миром. В нем происходит "согласование" различных внутренней и внешней тактовых частот, и удвоение частоты остается "невидимым" для остальных устройств. Для них DX2 выглядит, как обычный процессор 486DX, выполняющий операции в два раза быстрее.

Процессоры DX2 производятся по технологии, позволяющей получить минимальный размер структуры на кристалле 0,8 мкм. Эта технология впервые была разработана для CPU 486DX. В ИС содержится 1,1 млн транзисторов в трех слоях "монтажа". Встроенный кэш на 8 Кбайт и сопроцессор работают на удвоенной частоте. Для обеспечения совместимости связь с внешними устройствами осуществляется на основной частоте (рабочей частоте системной платы).

С появлением DX2 разработчикам предоставилась возможность не только модернизировать существующие компьютеры, но и проектировать относительно дешевые системные платы для быстродействующих компьютеров, поскольку теперь не требовалось, чтобы сами системные платы могли работать на такой же высокой частоте, что и процессор. Компьютер с процессором 486DX2 на 50 МГц оказался гораздо дешевле полной системы 486DX-50, так как системная плата в компьютере с процессором 486DX-50 работает на тактовой частоте 50 МГц, а в компьютере с процессором 486DX2 только тактовая частота процессора равна 50 МГц, а тактовая частота системной платы вдвое меньше — только 25 МГц. При этом процессоры в обоих компьютерах имеют одинаковое быстродействие.

В принципе, полная система 486DX-50 работает несколько быстрее, чем компьютер с системной платой на 25 МГц и удвоенной частотой процессора. Но это различие очень невелико, в первую очередь, благодаря высокой степени интеграции процессора и использованию кэша.

Обращение процессора к системной памяти за данными или программными инструкциями синхронизируется тактовым сигналом с рабочей частотой системной платы, например, 25 МГц. Поскольку коэффициент попадания во встроенный кэш в процессоре 486DX2 равен 90–95%, на обращение к памяти в среднем затрачивается всего 5–10% от времени считывания. Таким образом, производительность компьютера с процессором DX2 очень близка к производительности компьютера с системной платой, работающей на тактовой частоте 50 МГц, но стоимость его при этом намного ниже. Например, относительно дешевый компьютер с рабочей частотой системной платы 33 МГц и процессором 486DX2 на 66 МГц работает быстрее дорогого компьютера с процессором 486DX-50 МГц, особенно при установке в DX2-системе хорошего кэша второго уровня 2.

На системных платах многих компьютеров с процессором 486 устанавливается вторичный (внешний) кэш емкостью от 16 до 512 Кбайт (и более). Он обеспечивает более быстрый обмен с внешней памятью. При установке в компьютер процессора DX2 внешний кэш играет даже более важную роль в повышении его производительности. Его использование позволяет уменьшить количество тактов ожидания как при записи данных в оперативную память, а также при считывании, если данные не были найдены во встроенном кэше. Разница в производительности между различными компьютерами с процессорами DX2 чаще всего обуслов-

ливается разными емкостями кэша на системной плате. В компьютерах без внешнего кэша производительность, конечно, выше благодаря удвоению тактовой частоты процессора, но операции, связанные с интенсивным обменом с памятью, выполняются медленнее по сравнению с системами, в которых есть внешний кэш.

Ну а как же модернизировать компьютеры с частотой системной платы 50 МГц? Первоначально фирма Intel не собиралась выпускать процессоры DX2/OverDrive для компьютеров с частотой системной платы 50 МГц, т.е. с внутренней тактовой частотой 100 МГц. Однако в какой-то степени эта проблема была решена благодаря выпуску процессора DX4.

Хотя DX4 не предназначался для розничной продажи, его все же можно приобрести комплекте с преобразователем напряжения питания (3,3 В), который понадобится при установке процессора в гнездо с напряжением питания 5 В (если в системной плате не предусмотрено напряжение 3,3 В). На преобразователе также имеются перемычки, позволяющие задать кратность (множитель) тактовой частоты 2x, 2,5x или 3x. Если установить процессор DX4 в компьютер 486DX-50 и выбрать множитель 2x, то процессор будет работать с внутренней тактовой частотой 100 МГц!

Intel также выпускала специальный процессор DX4 OverDrive, в который входят встроенный адаптер напряжения и теплоотвод. DX4 OverDrive, в сущности, идентичен стандартному CPU DX4 с напряжением 3,3 В, но он работает при напряжении 5 В благодаря встроенному адаптеру напряжения питания. Кроме того, процессор DX4 OverDrive будет работать только в режиме утроенной тактовой частоты, а не в режимах 2x и 2,5x, приемлемых для стандартного DX4.

Pentium OverDrive для компьютеров с процессорами DX2 и DX4. В 1995 году был выпущен процессор *Pentium OverDrive*. Фактически во всех компьютерах 486 имеются гнезда типа Socket 2 или Socket 3 с напряжением питания 5 В, необходимым для стандартного процессора Pentium OverDrive.

Процессор Pentium OverDrive предназначен для компьютеров, в которых имеется гнездо типа Socket 2. Он будет работать и в компьютерах с гнездом типа Socket 3, но в этом случае необходимо убедиться, что оно настроено на напряжение питания 5 В, а не 3,3 В. Кроме того, если вы собираетесь использовать процессор с напряжением питания 3,3 В, не забудьте удостовериться, что гнездо типа Socket 3 настроено именно на это напряжение. Вставить ИС на 3,3 В в гнездо типа Socket 2 невозможно: соответствующее расположение ключей не позволит этого сделать.

Эти процессоры, работающие на повышенной тактовой частоте (за счет внутреннего умножения), кроме 32-разрядного ядра Pentium (с суперскаляром!), обладают и стандартным для Pentium встроенным (первого уровня) двунаправленным кэшем емкостью 32 Кбайт. Если системная плата позволяет этому кэшу выполнять свои функции, вы в полной мере сможете использовать повышенную производительность. К сожалению, большинство системных плат, особенно устаревшие (с гнездом типа Socket 2), позволяют встраивать только кэш со сквозной записью.

Испытания процессоров OverDrive свидетельствуют об их небольшом преимуществе перед DX4-100 и некоторых недостатках по сравнению с DX4-120 и Pentium 60, 66 или 75. Из-за высокой стоимости процессор Pentium OverDrive оказался нежизнеспособным вариантом модернизации для большинства компьютеров 486. Значительно дешевле использовать DX4-100 или 120 либо просто заменить всю системную плату новой платой Pentium с настоящим процессором Pentium, а не Pentium OverDrive.

Вакансия: еще одно гнездо для OverDrive. Возможно, вы видели рекламу компьютера фирмы Intel с процессором 486SX, около пустого гнезда которого, рядом с CPU, написано "Vacancy". К сожалению, эта реклама может ввести вас в заблуждение, ведь создается впечатление, что модернизировать можно только компьютеры, в которых есть пустое гнездо. Когда я впервые увидел эту рекламу, очень расстроился, потому что недавно купил компьютер с процессором 486DX, а, судя по рекламе, модернизировать можно было только компью-

теры с 486SX и пустым гнездом для OverDrive. На самом деле это оказалось не так, и реклама Intel не соответствовала действительности.

Позже я убедился, что можно модернизировать практически любой компьютер с процессором 486SX или 486DX, независимо от того, есть ли в нем дополнительное гнездо. Второе гнездо OverDrive лишь упрощает этот процесс. Более того, даже из компьютера с установленным вторым гнездом OverDrive можно вынуть основной процессор 486SX или 486DX и установить процессор OverDrive непосредственно вместо основного процессора, а не в дополнительное гнездо.

В любом случае в модернизованном компьютере работает только один процессор, поэтому старый процессор всегда можно вынуть и продать (или обменять). К сожалению, фирма Intel не принимает обратно и не обменивает свои старые микросхемы. Кое-кто утверждает, что установка гнезда OverDrive — это уловка фирмы Intel, рассчитанная на продажу большего количества микросхем. Однако иногда действительно имеет смысл использовать гнездо OverDrive и оставить старый процессор на месте.

В частности, многие сборщики ПК лишат вас гарантии, если вы снимете с платы процессор. Кроме того, когда вы решите отремонтировать свой компьютер, выяснится, что большинство фирм-производителей требует возвращения компьютера только в его первозданном виде, и перед отправкой его в ремонт вам придется снять все дополнительные платы, микросхемы, модули памяти и т.п. Если же вы заменили процессор, то восстановление компьютера может существенно усложниться.

Если при удалении старого процессора или установке в его гнездо нового вы повредите это гнездо, то компьютер перестанет работать. Если же вы сломаете дополнительное гнездо, то компьютер будет работать со старым процессором.

Микросхема 80487. Выпуск процессора 80486 начался в конце 1989 года, а первые компьютеры на его основе появились в 1990 году. Сопроцессор появился в составе CPU начиная с модели 486DX.

Предполагалось, что процессор 486SX будет полноценной микросхемой 486DX, но при изготовлении ИС встроенный сопроцессор стали отключать. В то самое же время фирма Intel начала выпуск так называемого *сопроцессора* 487SX, а изготовители системных плат установили для него разработанное фирмой Intel гнездо. Однако, по существу, 487SX был просто разновидностью CPU 486DX. При установке этой микросхемы в гнездо на системной плате CPU 486SX отключался, в результате чего был получен эквивалент компьютера с полноценным CPU 486DX.

AMD 486 (5x86). 486-совместимые процессоры AMD устанавливаются в стандартные системные платы для процессора 486. Фактически, процессоры AMD являются самыми быстрыми в классе 486 и называются Am5x86(TM)-P75. Название немного вводит в заблуждение, так как некоторые пользователи думают, что 5x86 — это процессор пятого поколения, подобный Pentium. Фактически, это — процессор 486, но с большим множителем тактовой частоты (4x), т.е. он работает на тактовой частоте, в четыре раза превышающей тактовую частоту системной платы для процессора 486 (33 МГц).

В процессоре 5x85 имеется универсальный сквозной кэш емкостью 16 Кбайт, работающий на тактовой частоте 133 МГц. Производительность этого процессора приблизительно равна производительности Pentium 75, поэтому обозначение P-75 применяется в числовой части маркировки. Это — идеальный, экономный выбор для замены процессора 486, в случае, если заменить системную плату трудно или невозможно.

Не все системные платы поддерживают процессор 5x86. Лучше всего проверить по документации к системной плате, поддерживает ли она эту микросхему. (Ищите ключевые слова "Am5X86", "AMD-X5", "clock-quadrupled", "133MHz" или что-нибудь подобное.) Можно также заглянуть на Web-сервер фирмы AMD.

При установке процессора 5x86 на системную плату для процессора 486 необходимо обратить внимание на следующие моменты.

- Рабочее напряжение для 5x86 — 3,45 В ± 0,15 В. Не во всех системных платах предусмотрена поддержка этого напряжения, но она предусмотрена в большинстве плат с гнездом типа Socket 3. Если на системной плате для процессора 486 установлено гнездо типа Socket 1 или Socket 2, то процессор 5x86 нельзя установить непосредственно. Процессор, рассчитанный на напряжение 3,45 В, не будет функционировать в 5-вольтовом гнезде и может быть поврежден. Чтобы преобразовать напряжение 5 В в 3,45 В, можно использовать преобразователи, выпускаемые такими компаниями, как Kingston, Evergreen и AMP. Фактически, Kingston и Evergreen упаковывают процессор 5x86 и преобразователь напряжения в корпус, который легко устанавливается в гнездо. Эти версии идеально подходят для старых системных плат для процессора 486, не имеющих гнезда типа Socket 3.
- Вообще лучше приобрести новую системную плату с гнездом типа Socket 3, чем покупать один из этих переходников; однако в настоящее время уже трудно найти системные платы для процессора 486. Лучше купить новую системную плату, а не использовать переходник потому, что старая базовая система ввода-вывода может не поддерживать необходимую тактовую частоту. Зачастую при использовании старых плат приходится модифицировать базовую систему ввода-вывода.
- Большинство системных плат с гнездом типа Socket 3 имеет переходные устройства, позволяющие установить необходимое напряжение. Некоторые платы не имеют переходных устройств, но имеют устройства автоматической установки необходимого напряжения. Эти устройства опрашивают контакт VOLDET (контакт S4) на микропроцессоре при включении системы.
- Штырек VOLDET предназначен для заземления микропроцессора. Если нет никаких переходных устройств для установки необходимого напряжения, вы можете проверить системную плату самостоятельно: выключите ПК, удалите микропроцессор, соедините штырек S4 со штырьком Vss на гнезде ZIF, включите компьютер и измерьте с помощью вольтметра напряжение на любом штырьке Vcc. Напряжение должно быть 3,45 (± 0,15) В.
- Тактовая частота системной платы, в которую устанавливается процессор 5x86, должна быть равна 33 МГц. Процессор 5x86 работает на тактовой частоте 133 МГц. Следовательно, переходные устройства должны быть установлены в режим "clock-quadrupled" ("учетверенная частота") или "4X Clock". Чтобы правильно установить переходные устройства на системной плате, штырек CLKMUL (штырек R17) на процессоре необходимо заземлить (соединить с Vss). В принципе, если вам не удалось установить четырехкратную частоту, не отчаивайтесь — процессор должен работать и при стандартной для DX2 двукратной частоте.
- Некоторые системные платы имеют переходные устройства, конфигурирующие внутренний кэш в режим с обратной (WB) или сквозной (WT) записью. На штырек WB/WT (штырек B13) микропроцессора подается высокий уровень сигнала (Vcc) для режима WB или нулевой (Vss) — для режима WT. Самая высокая производительность системы достигается в режиме WB; однако, если при выполнении прикладных программ возникнут какие-то проблемы или перестанет правильно работать дисковод для гибких дисков (из-за конфликтов с DMA (прямой доступ к памяти)), понадобится установить кэш в режим WT.
- Поскольку при работе процессор 5x86 нагревается, то для теплоотвода требуется вентилятор.

Cyrix/TI 486. Фирмой Cyrix были разработаны процессоры 486DX2/DX4, рассчитанные на 100 МГц, 80 МГц, 75 МГц, 66 МГц и 50 МГц. Как и процессор AMD 486, процессоры Cyrix полностью совместимы с процессорами Intel 486 и могут быть установлены на большинстве системных плат для процессора 486.

В процессоре Cx486DX2/DX4 предусмотрены кэш с обратной записью емкостью 8 Кбайт, встроенный сопроцессор для операций над числами с плавающей запятой, усовершенствованное управление питанием и SMM. Он был рассчитан на напряжение 3,3 В.

Замечание

Первоначально все разрабатываемые Cyrix процессоры 486 выпускала фирма TI, и, согласно соглашению, эти процессоры продавались под именем TI. Но через какое-то время TI и Cyrix рассорились, и теперь IBM производит большинство микросхем для Cyrix. Однако вскоре все может измениться, поскольку недавно корпорация National Semiconductor приобрела Cyrix.

Пятое поколение процессоров: P5 (586)

Процессоры Pentium. В октябре 1992 года фирма Intel объявила, что совместимые процессоры пятого поколения (разрабатывавшиеся под кодовым названием P5) будут называться *Pentium*, а не *586*, как предполагали многие. Такое название было бы вполне естественным, однако выяснилось, что цифровые обозначения не могут быть зарегистрированы в качестве торговой марки, а фирма Intel опасалась конкурентов, которые могли начать выпуск аналогичных ИС под давно ожидавшимся "непатентуемым" названием.

Первые процессоры Pentium были выпущены в марте 1993 года, а через несколько месяцев появились и первые компьютеры на их основе.

Процессор Pentium совместим с предыдущими процессорами фирмы Intel, но при этом значительно отличается от них. Одно из отличий вполне можно признать революционным: в процессоре Pentium есть два конвейера (pipelines), что позволяет ему выполнять сразу две команды. (Все предыдущие процессоры выполняли в каждый момент времени только одну команду.) Фирма Intel назвала эту возможность *суперскалярной технологией.* Она позволила существенно повысить производительность Pentium по сравнению с процессорами 486.

Стандартная микросхема 486 выполняет одну команду в среднем за два внутренних такта, а в процессорах DX2 и DX4 за счет удвоения частоты — за один такт. Благодаря использованию суперскалярной технологии в процессоре Pentium многие команды выполняются по две за один такт. Понятие *суперскалярная архитектура* обычно связывается с высокопроизводительными процессорами RISC (Reduced Instruction Set Computer). Pentium является одним из первых процессоров CISC (Complex Instruction Set Computer), который можно считать суперскалярным. Он практически эквивалентен двум процессорам 486, объединенным в одном корпусе. Характеристики процессора Pentium приведены в табл. 3.17.

Таблица 3.17. Характеристики процессора Pentium

Дата появления	22 марта 1993 года (первое поколение), 7 марта 1994 года (второе поколение)
Максимальная тактовая частота	60, 66 МГц (первое поколение); 75, 90, 100, 120, 133, 150, 166, 200 МГц (второе поколение)
Кратность умножения частоты	1x (первое поколение); 1,5x–3x (второе поколение)
Разрядность регистров	32
Разрядность внешней шины данных	64

Таблица 3.17. Характеристики процессора Pentium

Разрядность шины адреса	32
Адресуемая память	4 Гбайт
Размер встроенного кэша	8 Кбайт (для кода), 8 Кбайт (для данных)
Тип встроенного кэша	Двухстраничный, двунаправленный (для данных)
Укороченные циклы памяти	Есть
Количество транзисторов	3,1 млн и выше
Размер элемента на кристалле	0,8 мкм (60/66 МГц), 0,6 мкм (75–100 МГц), 0,35 мкм (120 МГц и выше)
Корпус	273-контактный PGA, 296-контактный SPGA, пленочный корпус
Сопроцессор	Встроенный
Снижение энергопотребления	Система SMM, во втором поколении — улучшенная
Напряжение питания	5 В (первое поколение), 3,465 В, 3,3 В, 3,1 В, 2,9 В (второе поколение)

Два конвейера данных обозначаются буквами *u* и *v*. Основной конвейер, *конвейер u*, может выполнять все операции над целыми числами и операции над числами с плавающей запятой. Вспомогательный конвейер, *конвейер v*, может выполнять только простые операции над целыми числами и частично — над числами с плавающей запятой. Одновременное выполнение двух команд в разных конвейерах называется *сдваиванием*. Не все последовательно выполняемые команды допускают сдваивание, и в этом случае используется только конвейер u. Чтобы достичь максимальной эффективности работы процессора Pentium, желательно перекомпилировать программы так, чтобы можно было сдвоить как можно больше команд.

Pentium полностью совместим с процессорами 386 и 486. Хотя все существующие программы выполняются на Pentium значительно быстрее, многие разработчики программного обеспечении стремятся переработать свою продукцию так, чтобы возможности Pentium использовались в полной мере. Фирма Intel разработала для этого новые компиляторы и продает лицензии на них фирмам, производящим программное обеспечение. Программы, в которых используются преимущества суперскалярной технологии (параллельная обработка), уже появляются на рынке. Оптимизированное программное обеспечение должно повысить производительность путем выполнения еще большего количества команд сразу в обеих секциях.

Чтобы в одном или обоих конвейерах сократить время простоев, вызванных задержками выборки команд при изменении счетчика адреса в результате выполнения в программах команд ветвления, в Pentium применяется *буфер адреса ветвления BTB (Branch Target Buffer)*, в котором используются алгоритмы предсказания адресов ветвления. Если переход по команде ветвления должен произойти в ближайшем будущем, программные инструкции из соответствующей ячейки памяти заранее считаются в буфер BTB. Предсказание адреса перехода позволяет обоим конвейерам работать с максимальным быстродействием. Внутренняя архитектура процессора Pentium показана на рис. 3.20.

Процессор Pentium имеет 32-разрядную шину адреса (такую же, как и у процессоров 386 и 486), что позволяет адресовать память объемом до 4 Гбайт. Но поскольку разрядность шины данных увеличена до 64, то при одинаковой тактовой частоте скорость обмена данными оказывается в два раза выше, чем у процессора 486. При использовании такой шины данных требуется соответствующая организация памяти, т.е. каждый банк памяти должен быть 64-разрядным.

В большинстве системных плат память строится на основе модулей SIMM или DIMM. Модули SIMM бывают 8- и 32-разрядными. В специальных версиях этих модулей применя-

ются коды с исправлением ошибок (т.е. коды, корректирующие ошибки, Error Correction Codes, ECC). В компьютерах с процессором Pentium применяются в основном 36-разрядные модули SIMM (32 бит данных и 4 бит четности) — по два модуля на один банк памяти. На системной плате обычно устанавливается четыре гнезда для этих модулей, т.е. для двух банков памяти. В более новых компьютерах с процессором Pentium и Pentium II применяются 64-разрядные модули DIMM.

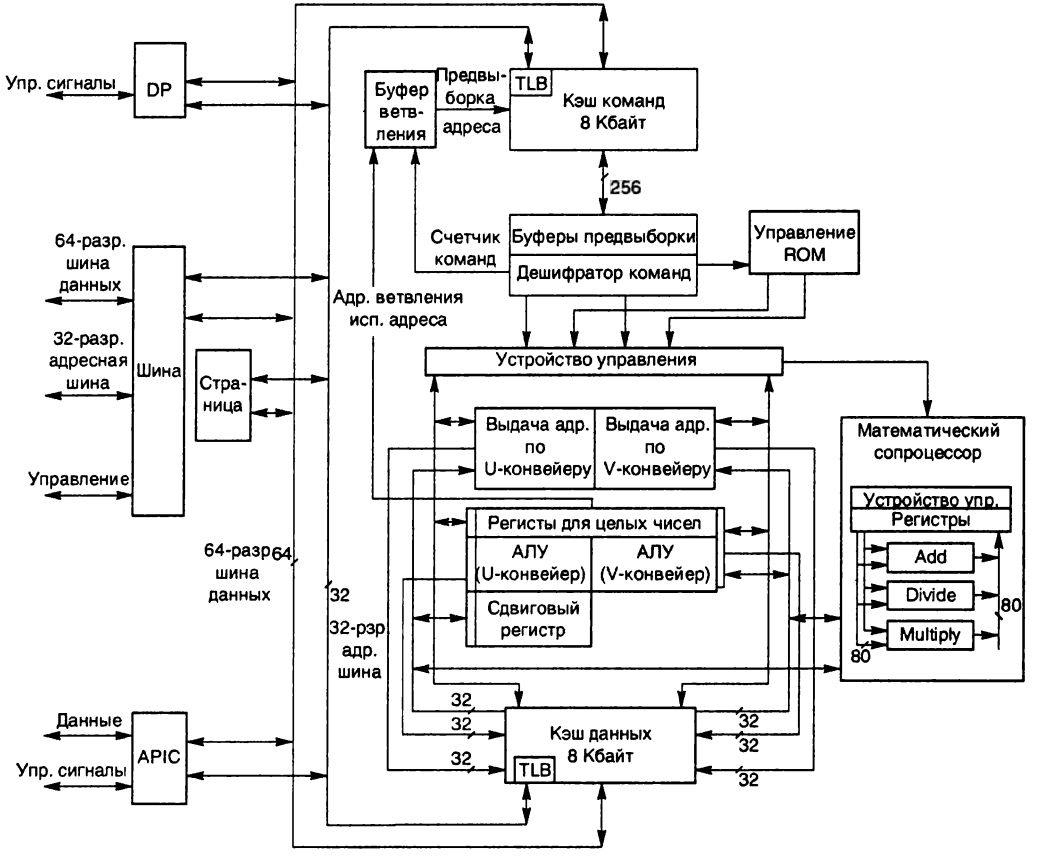


Рис. 3.20. Внутренняя архитектура процессора Pentium

Несмотря на то что внешняя шина данных 64-разрядная, внутренние регистры Pentium — 32-разрядные. При выполнении команд и обработке данных внутри процессора они предварительно разбиваются на 32-разрядные элементы и обрабатываются почти так же, как в процессоре 486. Иногда говорят, что фирма Intel вводит всех в заблуждение, называя Pentium 64-разрядным процессором. На это можно ответить, что внешний обмен данными все-таки 64-разрядный. Внутренние же регистры Pentium полностью соответствуют регистрам процессора 486.

В Pentium имеется два встроенных кэша объемом по 8 Кбайт каждый, тогда как в процессоре 486 содержится один кэш объемом 8 или 16 Кбайт. Схемы кэш-контроллера и сам кэш размещены на кристалле процессора. В кэш копируется информация (данные и программные коды) из различных областей системной памяти. Кэш процессора Pentium может также хранить информацию, которая должна быть записана в память, до того момента, пока не снизится нагрузка на процессор и другие компоненты системы. (Процессор 486 выполняет все записи в память сразу.)

Отдельные кэши кода и данных организованы по двухстраничной схеме; каждая страница разделена на строки по 32 байт. Для каждого кэша предусмотрен специальный *ассоциативный буфер трансляции (преобразования) адресов TLB (Translation Lookaside Buffer)*, предназначенный для преобразования линейных адресов в физические адреса памяти. Кэш может работать как в режиме сквозной записи, так и в двунаправленном режиме, т.е. с построчным опросом. В двунаправленном режиме в кэш записываются не только считываемые данные, но и результаты, что повышает производительность процессора, по сравнению с режимом сквозной записи (при котором в кэш записываются только считываемые данные). В двунаправленном режиме значительно уменьшается количество обменов данными между процессором и системной памятью. В программном кэше предусмотрена защита от записи, поскольку в нем хранятся только программные инструкции, а не меняющиеся по ходу выполнения программ данные. Благодаря использованию укороченных циклов памяти данные в кэш (или из него) могут быть переданы очень быстро.

Производительность компьютеров с процессором Pentium значительно повышается при использовании внешнего кэша (кэша уровня 2), который обычно имеет емкость 512 Кбайт и выше и строится на основе быстродействующих микросхем статических RAM (время задержки — 20 нс и меньше). Если процессор пытается считать данные, которых еще нет во встроенном кэше (уровня 1), то состояния ожидания существенно замедляют его работу. Если же эти данные уже записаны во внешний кэш, процессор выполняет программу без остановок.

Процессор Pentium изготавливается с использованием биполярной КМОП-технологии (BiCMOS — Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor), использование которой приблизительно на 10% увеличивает сложность микросхемы, но позволяет повысить ее производительность на 30–35% без увеличения размеров кристалла и потребляемой мощности.

Все процессоры Pentium относятся к классу SL Enhanced, т.е. в них предусмотрена система SMM, обеспечивающая снижение энергопотребления. В процессорах Pentium второго поколения (с тактовой частотой 75 МГц и выше) эта система усовершенствована и предусматривает возможность переключения тактовой частоты, в результате чего дополнительно снижается потребляемая мощность. Возможна даже полная приостановка подачи тактовых сигналов (при этом процессор переходит в дежурный режим с минимальным потреблением мощности). Процессоры Pentium второго поколения работают при напряжении питания 3,3 В, что также снижает потребляемую мощность и, следовательно, нагревание микросхемы.

Во многих системных платах предусмотрено напряжение 3,465 В или 3,3 В. Напряжение 3,465 В Intel называет VRE (*Voltage Reduced Extended*); оно требуется для некоторых версий процессора Pentium, в особенности для тех, что работают на 100 МГц. Стандартная величина напряжения — 3,3 В — называется STD (*Standard — Стандартной*), оно используется большинством процессоров Pentium второго поколения. Величина напряжения STD может находиться в диапазоне от 3,135 В до 3,465 В, номинальное значение — 3,3 В. Существует также специальное значение напряжения — 3,3 В, называемое *VR* (*Voltage Reduced — уменьшенное напряжение*), его величина может находиться в диапазоне от 3,300 В до 3,465 В, номинальное значение — 3,38 В. Для работы некоторых процессоров требуется именно такое напряжение и оно поддерживается большинством системных плат. Ниже приведены спецификации применяемых напряжений.

Спецификация напряжения	Номинальное, В	Погрешность, В	Минимальное, В	Максимальное, В
STD (Standard)	3.30	± 0,165	3,135	3,465
VR (Voltage Reduced)	3.38	± 0,083	3,300	3,465
VRE (VR Extended)	3.50	± 0,100	3,400	3,600

Для еще большего снижения энергопотребления Intel разработала специальные процессоры Pentium. Они встраиваются не в обычные корпуса, а в новый *пленочный корпус (Tape Carrier Packaging, TCP)*. Процессор не устанавливается в керамический или пластиковый корпус, а покрывается тонкой защитной пластиковой пленкой. Процессор тонок (менее 1 мм или в два раза тоньше монеты в 10 центов) и весит меньше 1 г. Производителям компьютеров эти процессоры продаются в катушках. Процессор в корпусе TCP припаивается непосредственно на системную плату специальным устройством, и поскольку этот процессор более легкий, а его корпус меньше, улучшается распределение температуры и снижается энергопотребление. Специально впаянные разъемы на плате, расположенной прямо под процессором, в портативных компьютерах прекрасно охлаждаются и без вентиляторов.

В Pentium, как и в процессоре 486, имеется встроенный сопроцессор. Однако работает он в 2–10 раз быстрее, и при этом сохраняется совместимость с сопроцессорами 486 и 387. Кроме того, как уже говорилось, два конвейера процессора выполняют математические операции над целыми числами — сопроцессор предназначен для более сложных расчетов. В других процессорах, например в 486, всего один конвейер, значит, и один математический сопроцессор.

Процессоры Pentium первого поколения. Существует три разновидности процессоров Pentium, каждая из которых выпускается в нескольких модификациях. Процессоры Pentium первого поколения работают на частотах 60 и 66 МГц, имеют 273-контактный корпус PGA и рассчитаны на напряжение питания 5 В. Процессоры работают на той же частоте, что и системная плата, т.е. кратность умножения частоты равна 1x.

Процессоры Pentium первого поколения производятся по биполярной BiCMOS-технологии, при которой используется структура минимального размера (0,8 мкм). Но производство микросхемы, содержащей около 3,1 млн транзисторов, оказалось слишком сложным. В результате выход годных ИС оказался низким, и производство их приостановилось. В то же время некоторые фирмы, например IBM и Motorola, при изготовлении своих самых сложных микросхем перешли к технологии, при которой использовалась структура размером 0,6 мкм. Из-за большого размера кристалла и высокого напряжения питания (5 В) процессор Pentium с тактовой частотой 66 МГц потребляет около 3,2 А (мощность — 16 Вт!), выделяя огромное (для микросхемы) количество тепла. В некоторых компьютерах по этой причине потребовалось установить дополнительный вентилятор.

Критика процессоров Pentium во многих отношениях была оправданной. Зная, что от первоначальной разработки трудно ожидать большего, специалисты утверждали, что в ближайшем будущем должна появиться более совершенная микросхема, и лучше не приобретать компьютеры с процессорами Pentium этого поколения, а дождаться появления ИС следующего поколения.

Таким образом, можно сформулировать одно из главных правил компьютерного мира: никогда не связывайтесь с первым поколением устройств. Наберитесь терпения и подождите, пока на горизонте появится что-либо получше.

Процессоры Pentium второго поколения. 7 марта 1994 года фирма Intel начала выпуск процессоров Pentium второго поколения. Эти процессоры работают на частотах 90 и 100 МГц; существует также модель, работающая на частоте 75 МГц. Кроме того, появились модификации на 120 и 133, 150, 166 и 200 МГц. Они производятся по биполярной BiCMOS-технологии, при которой используется структура размером в 0,6 мкм (75/90/100 МГц), что позволило уменьшить размер кристалла и снизить потребляемую мощность. В более быстродействующих версиях процессора Pentium второго поколения используется еще меньший кристалл, созданный по 0,35-микронной BiCMOS-технологии. Микросхема Pentium показана рис. 3.21. Напряжение питания, используемое этими ИС, — 3,3 В и ниже. Ток, потребляемый процессором с тактовой частотой 100 МГц, равен 3,25 А, что соответствует потребляемой мощности 10,725 Вт. Менее быстродействующий процессор с тактовой частотой 90 МГц потребляет ток 2,95 А, что соответствует потребляемой мощности

9,735 Вт. Процессор с тактовой частотой 150 МГц потребляет ток не более 3 А при напряжении 3,3 В (мощность 11,6 Вт); процессор с тактовой частотой 166 МГц — 4,4 А (мощность 14,5 Вт), а процессор на 200 МГц — 4,7 А (мощность 15,5 Вт).

Процессоры выпускаются в 296-контактном корпусе SPGA, который не совместим с корпусом процессора первого поколения. Перейти от ИС первого поколения к ИС второго поколения можно только одним способом — заменить системную плату. На кристалле процессора Pentium второго поколения располагается 3,3 млн транзисторов, т.е. больше, чем у первых ИС. Дополнительные транзисторы появились в результате того, что были расширены возможности управления потребляемой мощностью (в частности, введено переключение частоты тактового сигнала, в состав ИС включен усовершенствованный программируемый контроллер прерываний APIC (Advanced Programmable Interrupt Controller) и интерфейс двухпроцессорного режима DP (Dual Processing)).

Контроллер APIC и интерфейс DP предназначены для организации взаимодействия между двумя процессорами Pentium второго поколения, установленными на одной системной плате. Многие новые системные платы выпускаются с двумя гнездами типа Socket 5 или Socket 7, что позволяет использовать "многопроцессорные" возможности новых микросхем. Некоторые операционные системы, например Windows и OS/2, позволяют организовать так называемую *симметричную многопроцессорную обработку SMP* (*Symmetric Multi-Processing*).

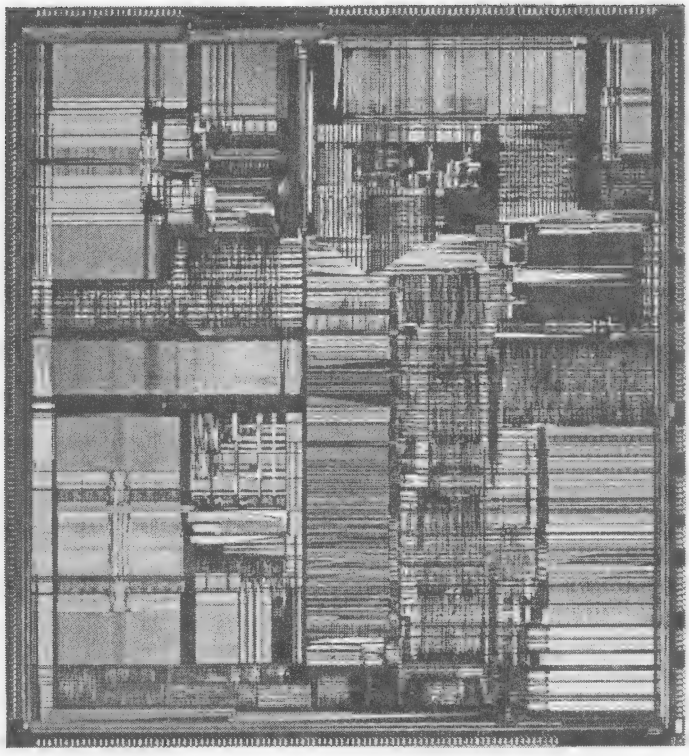


Рис. 3.21. Процессор Pentium. Фотография публикуется с разрешения корпорации Intel

В процессорах Pentium второго поколения используется умножение тактовой частоты; он работает быстрее, чем системная шина. Процессор Pentium на 90 МГц может работать с частотой в полтора раза большей, чем частота шины (обычно равна 60 МГц), а процессор на 100 МГц — с коэффициентом умножения 1,5x при частоте шины 66 МГц и с коэффициентом 2x при частоте 50 МГц. Процессор на 200 МГц может работать с коэффициентом умножения 3x при частоте шины 66 МГц.

В настоящее время увеличивать рабочую частоту системной платы выше 66 МГц нерационально, поскольку возможности схем памяти и локальной шины довольно ограничены.

Замечание

Самые быстродействующие компьютеры Pentium строятся на основе системных плат с рабочей частотой 100 МГц с соответствующим набором микросхем системной логики.

Фактически для всех системных плат Pentium существует три параметра тактовой частоты: 50, 60 и 66 МГц. Процессоры Pentium были разработаны с различными коэффициентами умножения для внутренней тактовой частоты, и поэтому они могут работать с целым рядом системных плат, при этом частота, на которой работает процессор, будет кратна частоте, на которой работает системная плата. В приведенной ниже таблице перечислены частоты процессоров и материнских плат Pentium.

Тип процессора/ быстродействие	Тактовая частота, МГц	Частота системной платы, МГц
Pentium 60	1x	60
Pentium 66	1x	66
Pentium 75	1,5x	50
Pentium 90	1,5x	60
Pentium 100	1,5x	66
Pentium 120	2x	60
Pentium 133	2x	66
Pentium 150	2,5x	60
Pentium 166	2,5x	62
Pentium 180	3x	60
Pentium 200	3x	66
Pentium 233	3,5x	66
Pentium 266	4x	66

Отношение частоты, на которой работает ядро, к частоте, на которой работает шина, т.е. кратность умножения частоты, в процессоре Pentium контролируется двумя выводами — BF1 и BF2. В следующей таблице показано, как состояние этих выводов влияет на умножение тактовой частоты в процессоре Pentium.

BF1	BF2	Кратность умножения частоты	Тактовая частота шины, МГц	Тактовая частота ядра, МГц
0	1	3x	66	200
0	1	3x	60	180
0	1	3x	50	150
0	0	2,5x	66	166
0	0	2,5x	60	150
0	0	2,5x	50	125
1	0	2x/4x	66	133/266
1	0	2x	60	120
1	0	2x	50	100
1	1	1,5x/3,5x	66	100/233
1	1	1,5x	60	90
1	1	1,5x	50	75

Не во всех процессорах имеются выводы шины частоты BF (Bus Frequency). Иными словами, некоторые микросхемы Pentium будут работать только при определенных комбинациях этих выводов или, возможно, при их установке в каком-либо одном положении. Многие новейшие системные платы имеют перемычки или переключатели, позволяющие регулировать контакты BF и тем самым изменять отношение кратности умножения тактовой частоты в процессоре. Некоторые пользователи "заставляют" процессоры Pentium на 75 МГц работать на частоте 133 МГц. Данное ухищрение называется *разгоном*, или *оверклокингом* (*overclocking*), или *перекрыванием тактовой частоты*, и несмотря на то, что оно часто срабатывает, процессор при этом сильно перегревается, а если еще более увеличить тактовую частоту, то может работать некорректно. К счастью, при установке исходной частоты процессора практически всегда восстанавливается его нормальное функционирование.

В настоящее время микросхемы OverDrive предлагаются для модернизации процессоров Pentium второго поколения. Этой микросхемой OverDrive можно заменить центральный процессор в гнезде типа Socket 5 или Socket 7 (используется множитель 3x), благодаря чему тактовая частота процессора будет увеличена до 200 МГц (при тактовой частоте системной платы 66 МГц), а также будут добавлены возможности MMX. После замены процессора Pentium 100, 133 или 166 микросхемой OverDrive быстродействие компьютера будет соответствовать частоте процессора — 200 МГц. Но, вероятно, самым ценным свойством микросхем Pentium OverDrive является то, что они поддерживают технологию MMX. MMX значительно повышает эффективность при выполнении приложений мультимедиа, которые так популярны сегодня.

Если у вас — системная плата с гнездом типа Socket 7, то специальная версия процессора OverDrive Pentium со встроенным преобразователем напряжения может и не понадобиться. Можете просто приобрести стандартную микросхему Pentium или Pentium-совместимую и заменить ею существующий процессор. Нужно только правильно установить множитель и величину напряжения для нового процессора.

Процессор Pentium MMX. Третье поколение процессоров Pentium с кодовым названием P55C, появившееся в январе 1997 года, объединило в своей конструкции технологические решения Pentium второго поколения и новую разработку, названную Intel технологией *MMX*. Процессоры Pentium MMX работают на тактовых частотах 66/166 МГц, 66/200 МГц и 66/233 МГц; есть также версия для переносных компьютеров, работающая на тактовой частоте 66/266 МГц. Они имеют много общего с процессорами второго поколения, а именно: су-

перскалярную архитектуру, поддержку многопроцессорной обработки, встроенный локальный контроллер APIC и функции управления энергопотреблением. Однако новый процессор включает устройство MMX с конвейерной обработкой команд, кэш с обратной записью объемом 16 Кбайт (против 8 Кбайт в более ранних) и 4,5 млн транзисторов. Микросхемы Pentium MMX производятся по усовершенствованной 0,35-микронной КМОП-технологии с использованием силиконовых полупроводников и работают на пониженном напряжении в 2,8 В. Микросхемы для переносных компьютеров, работающие на тактовых частотах 233 и 266 МГц и изготовленные с использованием 0,25-микронной технологии, потребляют энергии меньше, чем процессор Pentium 133 без MMX.

Чтобы на системную плату можно было установить процессор Pentium MMX, она должна обеспечивать ему пониженное рабочее напряжение в 2,8 В. Чтобы сделать системные платы более универсальными в отношении используемого процессорами напряжения, Intel нашла новое решение, представляющее собой процессорное гнездо типа Socket 7 с устанавливаемым модулем VRM (Voltage Regulation Module — модуль, регулирующий напряжение). Модуль можно легко заменить и таким образом перенастроить плату на использование новейших процессоров с любым рабочим напряжением.

Пониженное напряжение — это прекрасно, но главное достоинство процессора Pentium MMX состоит в мультимедиа-расширениях MMX (MultiMedia eXtentions). Разработанная фирмой Intel технология MMX была реакцией на всевозрастающую важность мультимедиа- и сетевых приложений, предъявляющих повышенные требования к аппаратуре. Во многих из этих приложений присутствуют циклично повторяющиеся последовательности команд, на выполнение которых уходит масса процессорного времени. Разработанная Intel технология *SIMD* (Single Instruction Multiple Data — один поток команд на несколько потоков данных) решает эту проблему путем выявления таких циклов и выполнения одной операции (команды) над несколькими данными. Кроме этого, в архитектуру процессора введены 57 дополнительных команд, специально предназначенных для работы с видео-, аудио- и графическими данными.

Чтобы системная плата для процессоров Pentium допускала дальнейшую модернизацию (предполагающую установку новых MMX-процессоров), на ней должно быть 321-контактное процессорное гнездо типа Socket 7, кроме того, — модуль VRM. На плату, имеющую два процессорных гнезда, можно установить также второй процессор Pentium, тогда станут доступными все возможности некоторых новейших операционных систем, поддерживающих симметричную многопроцессорную обработку SMP (Symmetric Multi-Processing).

Покупая системную плату для процессора Pentium, убедитесь, что на ней есть перемычки, переключающие частоту системной шины с 60 на 66 МГц. На такую плату можно будет установить процессор Pentium, поддерживающий более высокую внешнюю частоту. Этот простой совет позволит вам, не меняя системной платы, несколько раз модернизировать свой компьютер.

Дефекты процессоров Pentium. Вероятно, самым известным дефектом, когда-либо встречающимся в процессорах, является легендарная ошибка в сопроцессорах Pentium. Ее часто называют *ошибкой FDIV (Floating-Point Divide)*, поскольку, в первую очередь, она влияет на команду деления с плавающей запятой, хотя и не только на нее — данной ошибке подвержены и другие команды, в которых используются алгоритмы деления. Фирма Intel официально называет эту проблему Errata No.23, или "Некоторые потери в точности расчетов при выполнении деления операндов с плавающей запятой". Этот дефект был обнаружен в D1 или более поздних версиях процессоров Pentium на 60/66 МГц, а также в микросхеме B5 и ее версиях на 75/90/100 МГц. Процессоры на 120 МГц и выше изготовлены на базе последних версий, в которых данной ошибки нет.

Эта недоработка вызвала невероятное волнение, когда один математик сообщил о ней по Internet 30 октября 1994 года. Через несколько дней об этом узнала вся страна и даже те, у кого не было компьютеров! Pentium некорректно выполняет операцию деления над определенными операндами с плавающей запятой, причем ошибки могут появиться уже в третьем разряде!

Но к тому времени, когда информация об этом дефекте вышла за пределы фирмы Intel, в новых версиях процессоров Pentium ошибка уже была исправлена.

После того как этот дефект перестал быть тайной для общественности и Intel признала, что ей об этой ошибке было известно, произошел взрыв негодования. Одни пользователи, проверяя свои электронные таблицы и математические операции, поняли, что столкнулись с этой проблемой, даже не подозревая об этом! У других, у кого с вычислениями все было в порядке, сильно пошатнулась вера в свои ПК. Люди настолько доверяли компьютерам, что с трудом смирились с тем, что ПК могут неправильно выполнять математические операции!

Эта ошибка имела несколько последствий. Люди перестали слепо доверять ПК, а значит, стали чаще выполнять тестирование и тщательнее проверять самые важные результаты. Кроме того, при поиске ошибок в математическом сопроцессоре были обнаружены ошибки в некоторых программах. Например, была обнаружена ошибка в Excel 5.0, ответственность за которую возлагали на процессор Pentium. Хотя на самом деле ошибка была собственно в программном обеспечении — ее устранили в более поздних версиях (5c и последующих).

В конце концов Intel решила предоставить владельцам неисправных процессоров бессрочную гарантию на их замену. Это означало, что, если кому-нибудь попадется процессор Pentium с ошибкой при делении с плавающей запятой (Errata 23), фирма Intel заменит микросхему эквивалентной без данного дефекта. Для этого нужно было лишь позвонить в Intel. Получив бесплатный процессор, следовало снять старый, установить на его место новый, а непригодную микросхему, поместив в коробку, отправить в соответствующую службу, которая и должна была вернуть "ценный груз" фирме Intel. Intel заверяла, что все неисправные процессоры будут уничтожены.

Тестирование сопроцессора. Проверить Pentium на наличие этой ошибки сравнительно просто. Для этого необходимо выполнить тест с одной из операций деления и проверить, получите ли вы правильный результат.

Операцию деления можно выполнить в электронных таблицах (например, в Lotus 1-2-3, Microsoft Excel и др.), на встроенном калькуляторе Microsoft Windows или в любой вычислительной программе, использующей сопроцессор. Убедитесь, что будет тестироваться именно сопроцессор (обычно для этого требуется использовать какую-либо специальную команду или установить то или иное программное обеспечение, необходимое для данного приложения; это обеспечит корректную проверку операции деления независимо от исправности процессора).

Наиболее грубые ошибки в операциях деления с плавающей запятой в процессорах Pentium встречаются на третьем значащем числе результата. Ниже приводятся примеры таких ошибок:

962 306 957 033 / 11 010 046 = 87 402,628 202 734 1 (правильный ответ);
962 306 957 033 / 11 010 046 = 87 399,580 583 132 9 (ответ, полученный на Pentium с дефектом).

Обратите внимание, что ваша вычислительная программа может выдать ответ с иным количеством разрядов (большинство электронных таблиц выдает результаты с 13–15 значащими цифрами).

Как видно из предыдущего примера, ошибка возникает в третьем значащем разряде частного. При проверке (более чем 5 000) целочисленных пар, лежащих в диапазоне чисел от 5 до 15, в котором и наблюдаются дефекты в процессорах Pentium при операциях деления с плавающей запятой, ошибки ожидались в шестом значащем разряде, но в действительности они появились в третьем.

Ниже приводится еще один пример результатов, полученных вследствие ошибки в алгоритме деления чисел с плавающей запятой на Pentium:

4 195 835 / 3 145 727 = 1,333 820 449 136 241 00 (правильный ответ);
4 195 835 / 3 145 727 = 1,333 739 068 902 037 59 (ответ, полученный на Pentium с дефектом).

Следующий пример демонстрирует ошибку в пятом значащем разряде.

x = 4 195 835;
y = 3 145 727;
z = x – (x / y) × y;
4 195 835 – (4 195 835 / 3 145 727) × 3 145 727 = 0 (правильный ответ);
4 195 835 – (4 195 835 / 3 145 727) × 3 145 727 = 256 (ответ, полученный на Pentium с дефектом)[1].

В данном случае при вычислении на компьютерах с процессорами Intel 286, 386 и 486 получается нуль, а на компьютерах с дефектным процессором Pentium — 256.

Можете попытаться сделать еще один расчет:
5 505 001 / 294 911 = 18,666 651 97 (правильный ответ);
5 505 001 / 294 911 = 18,666 000 93 (ответ, полученный на Pentium с дефектом).

Если у вас нет желания проводить все эти вычисления, воспользуйтесь программой CPUID, поставляемой Intel. Эта программа идентифицирует тип процессора вашего компьютера. Если в вашей системе установлен дефектный Pentium, то программа сообщит о наличии ошибки при делении операндов с плавающей запятой и выдаст информацию о том, куда позвонить и где можно бесплатно заменить сопроцессор.

Модели и номера изменений процессора Pentium. Точно так же, как не бывает совершенного программного обеспечения, не бывает совершенных процессоров. Изготовители накапливают списки обнаруженных ошибок и время от времени вносят в процесс изготовления продукции соответствующие изменения. И совершенно естественно, что последующая версия продукта, в которой были учтены все замечания и устранены ошибки, лучше предыдущей. И хотя не бывает совершенного процессора, он, после внесения каждого очередного исправления, приближается к идеалу[2]. За время "жизни" микропроцессора производитель может внести с полдюжины, а то и больше, таких изменений.

В табл. 3.20 перечислены все версии и номера изменений, внесенных в модель 1 процессора Pentium (версии 60/66 МГц).

Таблица 3.20. Версии и номера изменений, внесенных в модель 1 процессора Pentium (версии 60/66 МГц)

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Дополнительные сведения
0	5	1	3	B1	50	Q0399	ES
0	5	1	3	B1	60	Q0352	
0	5	1	3	B1	60	Q0400	ES
0	5	1	3	B1	60	Q0394	ES, HS
0	5	1	3	B1	66	Q0353	5v1
0	5	1	3	B1	66	Q0395	ES, HS, 5v1
0	5	1	3	B1	60	Q0412	
0	5	1	3	B1	60	SX753	

Окончание табл. 3.20

[1] Отметьте в этом случае вычитание близких чисел! — *Прим. ред.*

[2] Если при этом не вносятся, конечно, более грубые ошибки. — *Прим. ред.*

Окончание табл. 3.20

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Дополнительные сведения
0	5	1	3	B1	66	Q0413	5v2
0	5	1	3	B1	66	SX754	5v2
0	5	1	5	C1	60	Q0466	HS
0	5	1	5	C1	60	SX835	HS
0	5	1	5	C1	60	SZ949	HS, BOX
0	5	1	5	C1	66	Q0467	HS, 5v2
0	5	1	5	C1	66	SX837	HS, 5v2
0	5	1	5	C1	66	SZ950	HS, BOX, 5v2
0	5	1	7	D1	60	Q0625	HS
0	5	1	7	D1	60	SX948	HS
0	5	1	7	D1	60	SX974	HS, 5v3
0	5	1	7	D1	60	-*	HS, BOX
0	5	1	7	D1	66	Q0626	HS, 5v2
0	5	1	7	D1	66	SX950	HS, 5v2
0	5	1	7	D1	66	Q0627	HS, 5v3
0	5	1	7	D1	66	SX949	HS, 5v3
0	5	1	7	D1	66	-*	HS, BOX, 5v2

В табл. 3.21–3.23 приведены все изменения, внесенные в процессоры Pentium на 75/90/120/133/150/166/200/233/266 МГц, как классических моделей, так и MMX.

Таблица 3.21. Версии и изменения процессора Pentium

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Дополнительные сведения
0	5	2	1	B1	75-50	Q0540	Es
2	5	2	1	B1	75-50	Q0541	Es
0	5	2	1	B1	90-60	Q0542	STD
0	5	2	1	B1	90-60	Q0613	VR
2	5	2	1	B1	90-60	Q0543	DP
0	5	2	1	B1	100-66	Q0563	STD
0	5	2	1	B1	100-66	Q0587	VR
0	5	2	1	B1	100-66	Q0614	VR
0	5	2	1	B1	90-60	SX879	STD

Продолжение табл .3.21

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Дополнительные сведения
0	5	2	1	B1	90-60	SX885	STD, MD
0	5	2	1	B1	90-60	SX909	VR
2	5	2	1	B1	90-60	SX874	DP, STD
0	5	2	1	B1	100-66	SX886	STD, MD
0	5	2	1	B1	100-66	SX910	VR, MD
0	5	2	2	B3	90-60	Q0628	STD
0/2	5	2	2	B3	90-60	Q0611	STD
0/2	5	2	2	B3	90-60	Q0612	VR
0	5	2	2	B3	100-66	Q0677	VRE
0	5	2	2	B3	90-60	SX923	STD
0	5	2	2	B3	90-60	SX922	VR
0	5	2	2	B3	90-60	SX921	STD
2	5	2	2	B3	90-60	SX942	DP, STD
2	5	2	2	B3	90-60	SX943	DP, VR
2	5	2	2	B3	90-60	SX944	DP, MD
0	5	2	2	B3	90-60	SZ951	BOX, STD
0	5	2	2	B3	100-66	SX960	VRE, MD
0/2	5	2	4	B5	75-50	Q0666	STD
0/2	5	2	4	B5	90-60	Q0653	STD
0/2	5	2	4	B5	90-60	Q0654	VR
0/2	5	2	4	B5	90-60	Q0655	STD, MD
0/2	5	2	4	B5	100-66	Q0656	STD, MD
0/2	5	2	4	B5	100-66	Q0657	VR, MD
0/2	5	2	4	B5	100-66	Q0658	VRE, MD
0	5	2	4	B5	120-60	Q0707	VRE
0	5	2	4	B5	120-60	Q0708	STD
0/2	5	2	4	B5	75-50	SX961	STD
0/2	5	2	4	B5	75-50	SZ977	BOX, STD
0/2	5	2	4	B5	90-60	SX957	STD
0/2	5	2	4	B5	90-60	SX958	VR
0/2	5	2	4	B5	90-60	SX959	STD, MD
0/2	5	2	4	B5	90-60	SZ978	BOX, STD

Продолжение табл. 3.21

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Дополнительные сведения
0/2	5	2	4	B5	100-66	SX962	VRE, MD
0/2	5	2	5	C2	75-50	Q0700	STD
0/2	5	2	5	C2	75-50	Q0749	STD, MD
0/2	5	2	5	C2	90-60	Q0699	STD
0/2	5	2	5	C2	100-50/66	Q0698	VRE, MD
0/2	5	2	5	C2	100-50/66	Q0697	STD
0	5	2	5	C2	120-60	Q0711	VRE, MD
0	5	2	5	C2	120-60	Q0732	VRE, MD
0	5	2	5	C2	1 33-66	Q0733	STD, MD
0	5	2	5	C2	133-66	Q0751	STD, MD
0	5	2	5	C2	133-66	Q0775	VRE, MD
0/2	5	2	5	C2	75-50	SX969	STD
0/2	5	2	5	C2	75-50	SX998	STD, MD
0/2	5	2	5	C2	75-50	SZ994	BOX, STD
0/2	5	2	5	C2	75-50	SU070	BOXF, STD
0/2	5	2	5	C2	90-60	SX968	STD
0/2	5	2	5	C2	90-60	SZ995	BOX, STD
0/2	5	2	5	C2	90-60	SU031	BOXF, STD
0/2	5	2	5	C2	100-50/66	SX970	VRE, MD
0/2	5	2	5	C2	100-50/66	SX963	STD
0/2	5	2	5	C2	100-50/66	SZ996	BOX, STD
0/2	5	2	5	C2	100-50/66	SU032	BOXF, STD
0	5	2	5	C2	120-60	SK086	VRE, MD
0	5	2	5	C2	120-60	SX994	VRE, MD
0	5	2	5	C2	120-60	SU033	BOXF, VRE, MD
0	5	2	5	C2	1 33-66	SK098	STD, MD
0/2	5	2	B	cB1	120-60	Q0776	STD, No, STP
0/2	5	2	B	cB1	133-66	Q0772	STD, No, STP

Продолжение табл. 3.21

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Дополнительные сведения
0/2	5	2	B	cB1	133-66	Q0773	STD, STP
0/2	5	2	B	cB1	133-66	Q0774	VRE, No, STP,
MD							
0/2	5	2	B	cB1	120-60	SK110	STD, No, STP
0/2	5	2	B	cB1	133-66	SK106	STD, No, STP
0/2	5	2	B	cB1	133-66	S106J	STD, No, STP
0/2	5	2	B	cB1	133-66	SK107	STD, STP
0/2	5	2	B	cB1	133-66	SU038	BOXF, STD, No, STP
0/2	5	2	C	cC0	133-66	Q0843	STD, No
0/2	5	2	C	cC0	133-66	Q0844	STD
0/2	5	2	C	cC0	150-60	Q0835	STD
0/2	5	2	C	cC0	150-60	Q0878	STD, PPGA
0/2	5	2	C	cC0	150-60	SU122	BOXF, STD
0/2	5	2	C	cC0	166-66	Q0836	VRE, No
0/2	5	2	C	cC0	166-66	Q0841	VRE
0/2	5	2	C	cC0	166-66	Q0886	VRE, PPGA
0/2	5	2	C	cC0	166-66	Q0890	VRE, PPGA
0	5	2	C	cC0	166-66	Q0949	VRE, PPGA
0/2	5	2	C	cC0	200-66	Q0951F	VRE, PPGA
0	5	2	C	cC0	200-66	Q0951	VRE, PPGA
0	5	2	C	cC0	200-66	SL25H	BOXF, VRE, PPGA
0/2	5	2	C	cC0	120-60	SL22M	BOXF, STD
0/2	5	2	C	cC0	120-60	SL25J	BOX, STD

Продолжение табл. 3.21

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Дополнительные сведения
0/2	5	2	C	cC0	120-60	SY062	STD
0/2	5	2	C	cC0	133-66	SL22Q	BOXF, STD
0/2	5	2	C	cC0	133-66	SL25L	BOX, STD
0/2	5	2	C	cC0	133-66	SY022	STD
0/2	5	2	C	cC0	133-66	SY023	STD, No
0/2	5	2	C	cC0	133-66	SU073	BOXF, STD, No
0/2	5	2	C	cC0	150-60	SY015	STD
0/2	5	2	C	cC0	150-60	SU071	BOXF, STD
0/2	5	2	C	cC0	166-66	SL24R	VRE, No, MAXF
0/2	5	2	C	cC0	166-66	SY016	VRE, No
0/2	5	2	C	cC0	166-66	SY017	VRE
0/2	5	2	C	cC0	166-66	SU072	BOXF, VRE, No
0	5	2	C	cC0	166-66	SY037	VRE, PPGA
0/2	5	2	C	cC0	200-66	SY044	VRE, PPGA
0	5	2	C	cC0	200-66	SY045	BOXUF, VRE, PPGA
0	5	2	C	cC0	200-66	SU114	BOX, VRE, PPGA
0	5	2	C	cC0	200 66	SL24Q	VRE, PPGA No, MAXF
0/2	5	2	6	E0	75-50	Q0837	STD
0/2	5	2	6	E0	90-60	Q0783	STD
0/2	5	2	6	E0	100-50/66	Q0784	STD
0/2	5	2	6	E0	120-60	Q0785	VRE
0/2	5	2	6	E0	75 50	SY005	STD
0/2	5	2	6	E0	75 50	SU097	BOX, STD

Окончание табл. 3.21

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Дополнительные сведения
0/2	5	2	6	E0	75-50	SU098	BOXF, STD
0/2	5	2	6	E0	90-60	SY006	STD
0/2	5	2	6	E0	100-50/66	SY007	STD
0/2	5	2	6	E0	100-50/66	SU110	BOX, STD
0/2	5	2	6	E0	100-50/66	SU099	BOXF, STD
0/2	5	2	6	E0	120-60	SY033	STD
0/2	5	2	6	E0	120-60	SU100	BOXF, STD

Таблица 3.22. Версии и изменения процессора Pentium MMX

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Дополнительные сведения
0/2	5	4	4	xA3	150	Q020	ES, PPGA
0/2	5	4	4	xA3	166	Q019	ES, PPGA
0/2	5	4	4	xA3	200	Q018	ES, PPGA
0/2	5	4	4	xA3	166	SL23T	BOXF, SPGA
0/2	5	4	4	xA3	166	SL23R	BOX, PPGA
0/2	5	4	4	xA3	166	SL25M	BOXF, PPGA
0/2	5	4	4	xA3	166	SY059	PPGA
0/2	5	4	4	xA3	166	SL2HU	BOX, SPGA
0/2	5	4	4	xA3	166	SL239	SPGA
0/2	5	4	4	xA3	166	SL26V	SPGA, MAXF
0/2	5	4	4	xA3	166	SL26H	PPGA, MAXF
0/2	5	4	4	xA3	200	SL26J	BOXUF, PPGA, MAXF
0/2	5	4	4	xA3	200	SY060	PPGA

Окончание табл. 3.22

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Дополнительные сведения
0/2	5	4	4	xA3	200	SL26Q	BOX, PPGA, MAXF
0/2	5	4	4	xA3	200	SL274	BOXF, PPGA, MAXF
0/2	5	4	4	xA3	200	SL23S	BOX, PPGA
0/2	5	4	4	xA3	200	SL25N	BOXF, PPGA
0/2	5	4	3	xB1	166	Q125	ES, PPGA
0/2	5	4	3	xB1	166	Q126	ES, SPGA
0/2	5	4	3	xB1	200	Q124	ES, PPGA
0/2	5	4	3	xB1	233	Q140	ES, PPGA
0/2	5	4	3	xB1	166	SL27H	PPGA
0/2	5	4	3	xB1	166	SL27K	SPGA
0/2	5	4	3	xB1	166	SL2HX	BOX, SPGA
0/2	5	4	3	xB1	166	SL23X	BOXF, SPGA
0/2	5	4	3	xB1	166	SL2FP	BOX, PPGA
0/2	5	4	3	xB1	166	SL23V	BOXF, PPGA
0/2	5	4	3	xB1	200	SL27)	PPGA
0/2	5	4	3	xB1	200	SL2FQ	BOX, PPGA
0/2	5	4	3	xB1	200	SL23W	BOXF, PPGA
0/2	5	4	3	xB1	233	SL27S	PPGA
0/2	5	4	3	xB1	233	SL2BM	BOX, PPGA
0/2	5	4	3	xB1	233	SL293	BOXF, PPGA

В табл. 3.23 перечислены все версии процессоров Pentium OverDrive и указаны все их изменения. Обратите внимание, что микросхемы типа 1 в этой таблице являются процессорами 486 Pentium OverDrive, которые были разработаны специально для замены микросхем 486 в системах с гнездами типа Socket 2 или Socket 3. Другие процессоры OverDrive были созданы для замены процессоров Pentium в гнездах типа Socket 4, Socket 5 или Socket 7.

Таблица 3.23. Изменения процессора Pentium OverDrive

Тип	Семейство	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Тактовая частота	Спецификация	Код изделия	Версия
1	5	3	1	B1	63	SZ953	PODP5v63	1.0
1	5	3	1	B2	63	SZ990	PODP5v63	1.1
1	5	3	2	C0	83	SU014	PODP5v83	2.1
0	5	1	A	tA0	133	SU082	PODP5v133	1.0
0	5	2	C	aC0	125	SU081	PODP3v125	1.0
0	5	2	C	aC0	150	SU083	PODP3v150	1.0
0	5	2	C	aC0	166	SU084	PODP3v166	1.0
1	5	4	4	oxA3	125/50, 150/60	SL24V	PODPMT 60X150	1.0
1	5	4	4	oxA3	166/66	SL24W	PODPMT 66X166	1.0
1	5	4	3	oxB1	180/60	SL2FE	PODPMT 60X180	2.0
1	5	4	3	oxB1	200/66	SL2FF	PODPMT 66X200	2.0

Ниже поясняются обозначения, использованные в этих таблицах.

- ES (Engineering Sample). Эти микросхемы были изготовлены не для продажи, а для разного рода исследовательских целей и проверки.
- HS (Heat Spreader Package). Эти микросхемы имеют металлическую пластину на верхней части, которая используется в качестве теплоотвода. Позже Intel уменьшила размер кристалла и сняла теплоотвод.
- DP (Dual Processor — двойной процессор). Процессоры типа 0 могут использоваться только в качестве первичных, типа 2 — вторичных, а типа 0/2 — и в том, и в другом качестве.
- MD (Minimum Delay). Минимум задержки сигналов синхронизации от нескольких процессоров.
- STD (Standard voltage range — стандартный диапазон напряжения). Диапазон изменения напряжения процессора Pentium C2 и последующих — от 3,135 В до 3,6 В. Диапазон напряжения для остальных изменений с маркировкой B — от 3,135 В до 3,465 В. Обратите внимание, что все серийно выпускаемые процессоры с изменениями E0 работают при стандартном напряжении.
- VR (Voltage Reduced). Уменьшенное напряжение — от 3,300 В до 3,465 В.

- VRE (VR and Extended). Напряжение — от 3,45 В до 3,60 В.
- VRT (Voltage Reduction Technology). Технология уменьшения напряжения.
- BOX. Процессор в боксе со стандартным пассивным теплоотводом (радиатором).
- BOXF. Процессор в боксе с активным теплоотводом (охлаждающим вентилятором).
- Если не указан тип корпуса в столбце комментариев, значит, процессор имеет корпус типа SPGA.
- 2.285v. Это процессор Pentium с командами MMX с основным рабочим напряжением от 2,285 В до 2,665 В. Используется в переносных компьютерах.
- MAXF. Некоторые процессоры этого типа могут работать только на максимальной частоте. Например, процессор 200 МГц может работать только на частоте 200 МГц +0/-5 МГц (т.е. 195–200 МГц), а процессор 166 МГц может работать только на частоте 166 МГц +0/-5 МГц (т.е. 161–166 МГц).
- BOXUF. Такие боксированные процессоры могут поставляться без теплоотвода (вентилятора).
- 1.8v. Это — процессор Pentium с командами MMX с основным рабочим напряжением от 1,665 В до 1,935 В и рабочим напряжением устройств ввода-вывода от 2,375 В до 2,625 В (применятся в переносных компьютерах).
- 2.2v. Это — процессор Mobile Pentium с командами MMX с основным рабочим напряжением от 2,10 В до 2,34 В (применятся в переносных компьютерах).
- 2.0v. Это — процессор Pentium с командами MMX с основным рабочим напряжением от 1,850 В до 2,150 В и рабочим напряжением устройств ввода-вывода от 2,375 В до 2,625 В (применятся в переносных компьютерах).
- STP. Изменение cB1 логически эквивалентно изменению C2, но технологии производства процессоров отличаются. Изменение mcB1 — логический эквивалент изменения cB1 (за исключением того, что такие процессоры не поддерживают DP, APIC и FRC). В процессорах с изменениями mcB1, mA1, mA4 и mcC0 используется также VRT (технология уменьшения напряжения) фирмы Intel; корпуса таких процессоров относятся к типу TCP или SPGA; эти процессоры прежде всего предназначены для портативных компьютеров. Изменение mxA3 — логический эквивалент изменения xA3 (за исключением того, что такие процессоры не поддерживают DP и APIC).
- NO. Обозначенные таким образом процессоры должны удовлетворять техническим спецификациям (хотя они и не проходили тестирование) синхронизации кэша 82498/82493 и 82497/82492.
- *. Обозначенные таким образом микросхемы не имеют никакого номера спецификации.

Цифра 5 служит для обозначения всего семейства процессоров Pentium (для 586), в то время как в номере модели отображается специфическое изменение модели. Например, к моделям с номером 1 относятся версии процессоров первого поколения с тактовой частотой 60/66 МГц. Номера семейства, модели и изменения могут считываться программным обеспечением, например такой программой, как CPUID фирмы Intel. Они также соответствуют специфическому коду изменения, используемому фирмой Intel для обозначения микросхемы. Обычно это алфавитно-цифровой код. Например, изменению 5 модели 2 Pentium фирмой Intel был присвоен код C2.

Коды изменений изготовителя, начинающиеся с m, обозначают для портативных компьютеров. Большинство процессоров Pentium поставляется в стандартном корпусе типа CPGA (Ceramic Pin Grid Array), а процессоры для портативных компьютеров упаковываются в кор-

пус TCP (Tape Carrier Package). Используется также более дешевый корпус PPGA (Plastic Pin Grid Array).

Выяснить технические характеристики процессора можно в таблице технических данных процессора. Но для этого необходимо знать номер спецификации. Обычно он указан непосредственно на микросхеме. Если на микросхему приклеен радиатор, то, чтобы увидеть номер нужно вытащить микросхему вместе с радиатором из гнезда (номер вы найдете в нижней части микросхемы).

Поскольку Intel постоянно разрабатывает микросхемы, то, чтобы быть в курсе всех новостей, я рекомендую регулярно посещать ее Web-сервер, там вы найдете массу информации о процессорах Pentium, кодах изменения (S-spec, S-specification), в общем — все технические характеристики выпускаемых ею процессоров.

Отличия в напряжениях, требуемых для различных процессоров Pentium, приведены в табл. 3.24.

Таблица 3.24. Напряжения для процессоров Pentium

Модель	Изменение	Спецификация напряжения	Диапазон напряжения, В
1	-	Std	4,75-5,25
1	-	5v1	4,90-5,25
1	-	5v2	4,90-5,40
1	-	5v3	5,15-5,40
2+	B1-B5	Std	3,135-3,465
2+	C2+	Std	3,135-3,600
2+	-	VR	3,300-3,465
2+	B1-B5	VRE	3,45-3,60
2+	C2+	VRE	3,40-3,60
4+	-	MMX	2,70-2,90
4	3	Mobile	2,285-2,665
4	3	Mobile	2,10-2,34
8	1	Mobile	1,850-2,150
8	1	Mobile	1,665-1,935

AMD-K5. AMD-K5 — это Pentium-совместимый процессор, разработанный AMD и маркируемый как PR75, PR90, PR100, PR120, PR133 и PR-166. Поскольку разработчики стремились создать процессор, физически и функционально совместимый с Intel Pentium, то любая системная плата, которая корректно поддерживает Intel Pentium, должна поддерживать и AMD-K5. Однако может потребоваться обновить базовую систему ввода-вывода, чтобы был правильно распознан AMD-K5. На Web-сервере AMD содержится список системных плат, которые были проверены на совместимость.

AMD-K5 имеет следующие усовершенствованные средства:

- кэш команд емкостью 16 Кбайт, кэш данных с обратной записью емкостью 8 Кбайт;
- динамическое выполнение — предсказание перехода со спекулятивным выполнением;
- RISC-подобный пятишаговый конвейер с шестью параллельными функциональными модулями;

- высокоэффективный сопроцессор для выполнения операций над числами с плавающей запятой;
- контакты для выбора множителя тактовой частоты (1.5x и 2x).

Микросхемы K5 маркируются в соответствии с их P-рейтингом, т.е. число на микросхеме указывает не истинную тактовую частоту, а P-рейтинг.

Ниже приведены фактические значения тактовой частоты шины и множителя тактовой частоты.

P-рейтинг	Тактовая частота, МГц	Множитель	Тактовая частота процессора, МГц
PR-75	50	1.5x	75
PR-90	60	1.5x	90
PR-100	66	1.5x	100
PR-120	60	1.5x	90
PR-133	66	1.5x	100
PR-166	66	1.75x	117

Замечание

Чтобы установить для процессора множитель 1.75, надо на системной плате установить множитель 2.5.

Обратите внимание, что у некоторых процессоров число, указанное в P-рейтинге, не совпадает с номинальной тактовой частотой. Например, процессор версии PR-166 фактически работает на тактовой частоте 117 МГц. Это может "запутать" базовую систему ввода-вывода.

AMD-K5 работает при напряжении 3,52 В (VRE). В некоторых устаревших системных платах по умолчанию устанавливается напряжение 3,3 В, которое ниже специфицированного для K5, и это может быть причиной ошибок.

Процессоры „псевдопятого" поколения

Имеется, по крайней мере, один процессор, который обычно относят к процессорам пятого поколения, но который не имеет многих функций, присущих микросхеме такого класса, — это IDT Centaur C6 Winchip. Настоящий процессор пятого поколения имеет множественный внутренний конвейер, т.е. суперскалярную архитектуру для обработки более одной команды за один такт; схему предсказания переходов и многое другое. Но поскольку этими возможностями C6 не обладает, то он, скорее всего, более близок к процессорам 486; однако по уровню эффективности и разводке выводов он, несомненно, принадлежит к классу процессоров Pentium. Это идеальный процессор для дешевых компьютеров. Он устанавливается в гнездо типа Socket 7.

IDT Centaur C6 Winchip. Процессор C6 выпущен фирмой Centaur, являющейся подразделением IDT (Integrated Device Technologies). Этот процессор совместим с Intel Pentium, устанавливается в гнездо типа Socket 7, содержит расширения MMX, и работает на тактовых частотах 180, 200, 225 и 240 МГц. Стоимость его ниже, чем Intel Pentium MMX.

Фирму Centaur возглавляет Гленн Генри (Glenn Henry), более двух десятилетий разрабатывавший архитектуру компьютеров в IBM и шесть лет возглавлявший проект по разработке технологий в корпорации Dell Computer Corp. Фирма Centaur принадлежит компании Integrated Device Technology (IDT), известному изготовителю полупроводниковых компонентов, таких как SRAM.

IDT имеет собственные заводы по производству полупроводниковых микросхем. Опыт производства SRAM наверняка будет полезен при изготовлении новых версий центрального процессора C6 (в корпус которого встроен кэш уровня 2, подобный кэшу Pentium Pro).

C6 содержит два кэша для команд и данных, каждый емкостью по 32 Кбайт, так же как AMD K6 и Cyrix 6x86MX, однако он имеет только 5,4 млн транзисторов, а не 8,8 млн, как в микросхемах AMD и даже не 6,5 млн, как в микросхемах Cyrix. Поэтому кристалл процессора очень маленький, и, соответственно, потребляемая им мощность также мала. Фирме Centaur удалось уменьшить размер кристалла благодаря рациональной обработке потока команд. В отличие от микросхем других производителей, C6 — не суперскаляр, он, подобно процессору 486, обрабатывает только одну команду за цикл. Однако с большими кэшами, эффективным модулем управления памятью и тщательно оптимизированными средствами выполнения часто используемых команд, процессор C6 можно сравнить с Pentium. А благодаря малому потреблению мощности он может использоваться и в портативных PC.

Дабы упростить проект, фирма Centaur не стала разрабатывать сверхмощный сопроцессор и средства MMX, а сосредоточила внимание на создании средств, способных повысить эффективность приложений. Поэтому эффективность выполнения некоторых мультимедийных приложений и игр на таком процессоре ниже, чем на аналогичных.

Шестое поколение процессоров: P6 (686)

В P6 (686) реализованы возможности, которых не было в процессорах предыдущих поколений. Основных процессоров класса P6 два: Pentium Pro и Pentium II. Это не просто улучшенная версия процессоров P5 Pentium.

Основным новшеством в пятом поколении процессоров Pentium была суперскалярная архитектура; два модуля этих процессоров могли выполнять команды одновременно. В более поздних версиях микросхем пятого поколения имеются команды MMX. Что же Intel добавила нового в шестом поколении микросхем? Основными особенностями всех процессоров шестого поколения являются: динамическое выполнение, архитектура двойной независимой шины (Dual Independent Bus, DIB), улучшенный суперскаляр.

Благодаря динамическому выполнению процессор может параллельно выполнять большое количество команд. Основные особенности динамического выполнения следующие:

- множественное предсказание ветвлений; это средство предназначено для предсказания значения счетчика команд при выполнении команд ветвления;
- анализ потока данных, благодаря которому можно получить информацию, необходимую для планирования выполнения команд, независимо от их первоначального порядка в программе;
- спекулятивное выполнение, которое "предугадывает" изменения счетчика команд и выполняет команды, результаты которых, вероятно, вскоре понадобятся.

Предсказание ветвления ранее использовалось только в высокопроизводительных универсальных процессорах. Это средство позволяет полностью задействовать возможности конвейера команд процессора, что способствует повышению быстродействия. В специальном устройстве выборки и дешифрации команд используется высокооптимизированный алгоритм предсказания ветвления, благодаря которому удается с большой точностью предсказать поток и результаты команд, которые будут выполнены после нескольких команд ветвления, вызовов процедур и возвратов. Работа этого алгоритма подобна выработке множественных стратегий шахматистом, который в процессе игры, предсказывая стратегию противника, как бы перемещается в будущее. Предсказывая результаты команд заранее, можно избежать задержек при выполнении других команд.

Средство анализа потока данных исследует поток данных через процессор с целью предотвращения выполнения команд в неправильном порядке. Специальный модуль диспетчирования и выполнения команд в процессоре контролирует многие команды и может выполнять их в таком порядке, при котором множественные суперскалярные модули выполнения команд используются оптимально. Выполнение команд в неподходящем порядке может привести к тому, что модули выполнения команд будут заняты даже в том случае, если из-за промахов кэша и зависимости команды от результатов других команд эти модули были бы приостановлены.

Спекулятивное выполнение — возможность процессоров выполнять команды с опережением фактического значения счетчика команд. Устройство диспетчирования и выполнения команд процессора использует результаты анализа потока данных для выполнения всех доступных команд из пула команд и сохраняет результаты во временных регистрах. Затем специальный модуль (модуль вытеснения результатов) отыскивает в пуле команд завершенные команды, которые больше не зависят от данных, вычисляемых в других командах, или от других команд ветвления. Когда такие завершенные команды найдены, их результаты запоминаются модулем вытеснения или соответствующими средствами, предусмотренными в стандартной архитектуре Intel, причем запоминаются так, как если бы команды выполнялись в том порядке, в котором они располагались первоначально. После этого пул команд от них освобождается.

Динамическое выполнение, по существу, ликвидирует недостатки и зависимость от линейного (последовательного) выполнения команд. Поддерживая независимое от линейного расположения выполнение команд, это средство может предотвратить задержки в модулях обработки команд, возникающие вследствие ожидания данных из памяти. Несмотря на то, что устройство предсказания порядка команд помогает изменить порядок выполнения, результаты записываются так, как если бы команды выполнялись в первоначальном порядке. Поэтому процессор P6 точно также, как и процессоры P5 (Pentium) и более ранние может выполнять имеющееся программное обеспечение, но только значительно быстрее!

Другим новшеством в P6 является архитектура двойной независимой шины. Процессор имеет две шины данных: одну — для системы (системной платы), другую — для кэша. Благодаря этому нововведению существенно повысилось быстродействие кэш-памяти.

Предыдущие процессоры поколения P5 имели только одиночную шину процессора на системной плате, и все данные, включая и передаваемые в кэш и из него, передавались по ней. Основная проблема состояла в том, что быстродействие кэш-памяти было ограничено тактовой частотой шины системной платы, которая равнялась 66 МГц. Сегодня кэш-память может работать на тактовой частоте 500 МГц или выше, а оперативная память (SDRAM) — с тактовой частотой 66 и 100 МГц, в силу этого стало необходимым поместить память ближе к процессору. Было принято решение подсоединить к процессору дополнительную шину, называемую специализированной (или выделенной) шиной кэша. Кэш уровня 2 был соединен с этой шиной и мог работать на любой тактовой частоте. Сначала это было реализовано в Pentium Pro, где кэш уровня 2 был установлен в корпусе процессора и работал на тактовой частоте процессора. Однако такое решение оказалось слишком дорогостоящим, и поэтому кэш уровня 2 был перемещен из корпуса процессора на картридж, в который теперь упаковывается Pentium II. В этом случае шина кэша могла работать на любой тактовой частоте, и вначале она работала на тактовой частоте, вдвое меньшей тактовой частоты процессора.

При наличии кэша на дополнительной шине, непосредственно соединенной с процессором, быстродействие кэша соизмеримо с быстродействием процессора. Если бы быстродействие кэша ограничивалось тактовой частотой системной платы (например, 66 МГц или 100 МГц), как в случае использования гнезда типа Socket 7 (процессор P5), тактовая частота кэш-памяти была бы равна 66 МГц, даже если тактовая частота процессора равнялась бы 333 МГц; на более новых платах кэш "увяз" бы на тактовой частоте 100 МГц, тогда как тактовая частота процессора — 500 МГц и выше. По мере роста тактовой частоты процессора с двойной независимой шиной (DIB) за счет более высоких множителей тактовой частоты сис-

темной платы быстродействие кэша увеличивается в то же самое количество раз, что и тактовая частота процессора. Другими словами, быстродействие кэша на DIB увеличивается пропорционально быстродействию процессора.

Архитектура двойной независимой шины необходима для повышения эффективности процессора, работающего на тактовой частоте 300 МГц и выше. Со старым гнездом типа Socket 7 (для процессоров P5) таких тактовых частот достичь было невозможно, и пришлось бы нести огромные потери в эффективности из-за медленного (привязанного к тактовой частоте системной платы) кэшу уровня 2. Именно поэтому тактовая частота процессоров Pentium класса P5 не превосходит 266 МГц; процессоры P6 будут работать на тактовых частотах 500 МГц и выше.

Наконец, в архитектуре P6 были расширены вычислительные возможности суперскаляра процессоров P5: добавлены новые устройства выполнения команд, а команды разбиты на специальные микрооперации. Можно сказать, что команды CISC реализованы как последовательности команд RISC. Сложность команд уровня RISC ниже, и потому проще организовать их более эффективную обработку в параллельно работающих устройствах выполнения команд.

Если вы помните, P5 имел только два модуля выполнения команд, в то время как P6 имеет не менее шести отдельных специализированных (выделенных) модулей выполнения команд. Такой суперскаляр называется трехконвейерным (множественные модули выполнения команд могут выполнять до трех команд в одном цикле).

Помимо всего прочего в архитектуру P6 встроена поддержка многопроцессорной системы, усовершенствованы средства обнаружения и исправления ошибок, а также оптимизировано выполнение 32-разрядного программного обеспечения.

Pentium Pro, Pentium II и другие процессоры шестого поколения — это не просто Pentium с более высоким быстродействием, они имеют много дополнительных возможностей и более совершенную архитектуру. Ядро микросхемы RISC-подобно, а команды более высокого уровня принадлежат к классической для Intel архитектуре CISC. Разлагая CISC-команды на отдельные различные RISC-команды и выполняя их на параллельно работающих конвейерах, фирма Intel добивается увеличения общего быстродействия.

По сравнению с Pentium, работающим на той же самой тактовой частоте, процессоры P6 быстрее выполняют 32-разрядное программное обеспечение. В процессорах P6 средства динамического выполнения оптимизированы, в первую очередь, с целью повышения эффективности при выполнении 32-разрядного программного обеспечения (например, такого как Windows NT). Если вы используете 16-разрядное программное обеспечение типа операционных систем Windows 95 или 98 (которые часть времени работают в 16-разрядной среде) или еще более старые приложения, P6 не будет обеспечивать ожидаемого повышения эффективности. Это объясняется тем, что в данном случае не будут полностью использованы возможности динамического выполнения. По этой причине Windows NT часто расценивают как наиболее желательную операционную систему для процессоров Pentium Pro и Pentium II. Хотя процессоры Pentium Pro и Pentium II прекрасно работают под управлением Windows 95/98, только Windows NT полностью использует преимущества P6. Причем преимущества P6 используются не столько самой операционной системой, сколько приложениями под ее управлением. Я думаю, что разработчики при создании программного обеспечения не замедляет воспользоваться всеми преимуществами процессоров шестого поколения. Для этого понадобятся современные компиляторы, которые смогут повысить эффективность выполнения 32-разрядного кода во всех процессорах Intel. Но прежде нужно улучшить предсказуемость кода, дабы можно было использовать преимущества динамического выполнения множественного предсказания ветвлений.

Процессор Pentium Pro. Первым наследником Pentium MMX стал процессор *Pentium Pro.* Представлен он был в сентябре 1995 года, а массовые продажи начались в 1996 году. Процессор заключен в 387-контактный корпус, устанавливаемый в гнездо типа Socket 8, поэтому он не со-

вместим по разводке контактов с более ранними процессорами Pentium. Несколько микросхем объединены в модуль *MCM* (Multi-Chip Module), выполненный по новой уникальной технологии Intel, названной *Dual Cavity PGA* (двойной корпус PGA). Внутри 387-контактного корпуса на самом деле находятся две микросхемы, одна из них содержит сам процессор Pentium Pro (рис.3.22), а другая — кэш второго уровня объемом 256 (рис. 3.23) 512 Кбайт или 1 Мбайт (рис. 3.24). В самом процессоре содержатся 5,5 млн транзисторов, в кэше объемом 256 Кбайт — 15,5 млн транзисторов, а в кэше объемом 512 Кбайт — 31 млн, итого в модуле с кэшем объемом 512 Кбайт содержатся 36,5 млн транзисторов; а если емкость кэша — 1 Мбайт, то количество транзисторов возрастет до 68 млн! Pentium Pro с кэшем объемом 1 Мбайт состоит из трех микросхем: процессора и двух кэшей объемом по 512 Кбайт.

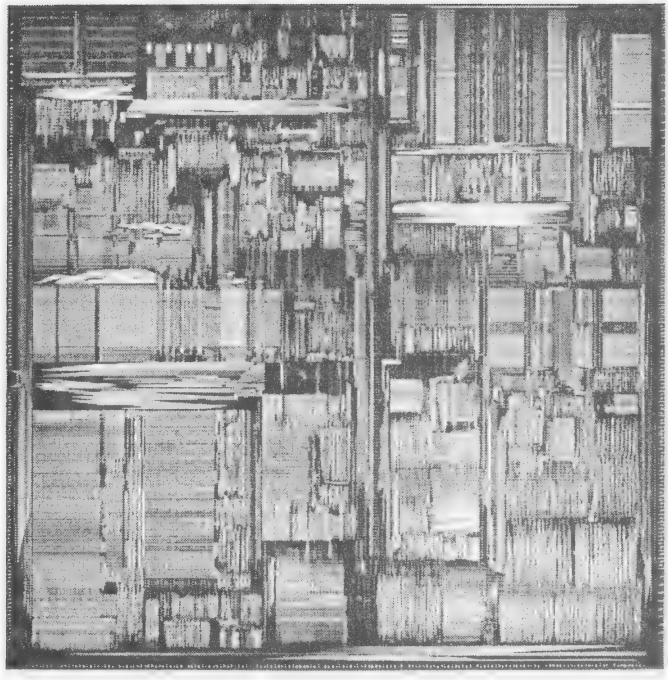


Рис. 3.22. Процессор Pentium Pro. Фотография публикуется с любезного разрешения корпорации Intel

На основном кристалле процессора находится также встроенный кэш (уровня 1) емкостью 16 Кбайт (фактически два кэша емкостью по 8 Кбайт — для команд и для данных).

В Pentium Pro реализована архитектура двойной независимой шины (DIB), благодаря чему сняты ограничения на пропускную способность памяти, присущие организации памяти у процессоров предыдущих поколений.

Шина, имеющая архитектуру двойной независимой шины, состоит из двух шин: шины кэша второго уровня (содержащейся полностью внутри корпуса процессора) и системной шины для передачи данных между процессором и основной памятью системы. Тактовая частота специализированной (выделенной) шины кэша второго уровня на Pentium Pro равна тактовой частоте процессора. По этой причине микросхема кэша помещена непосредственно в корпус процессора Pentium Pro. Архитектура DIB увеличивает пропускную способность памяти почти в три раза, по сравнению с классическими системами с гнездом типа Socket 7, построенными на основе процессоров Pentium.

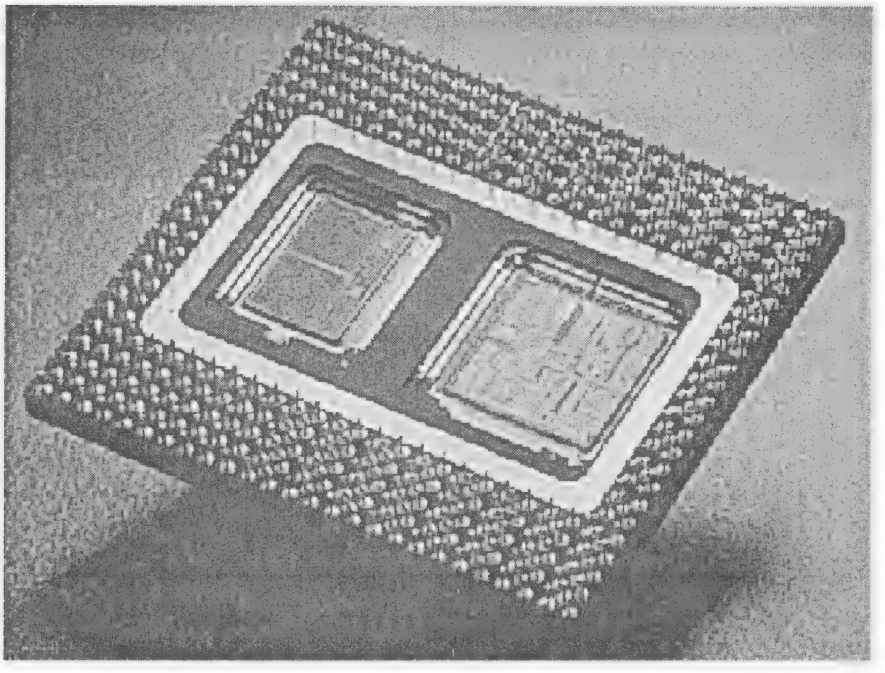


Рис. 3.23. Процессор Pentium Pro с кэшем второго уровня емкостью 256 Кбайт (слева). Фотография публикуется с разрешения корпорации Intel

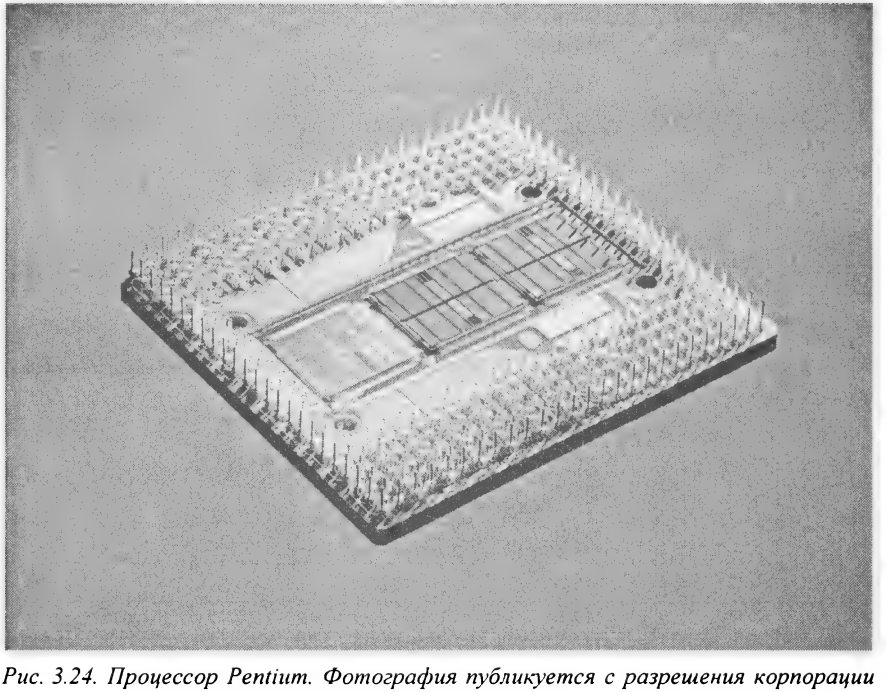


Рис. 3.24. Процессор Pentium. Фотография публикуется с разрешения корпорации Intel

В табл. 3.25 приведены технические характеристики процессора Pentium Pro. В табл. 3.26 представлены технические характеристики каждой модели семейства процессоров Pentium Pro.

Таблица 3.25. Характеристики процессора Pentium Pro

Дата появления	Сентябрь 1995 года
Максимальная тактовая частота	150, 166, 180, 200 МГц
Кратность умножения частоты	2,5x–3x
Разрядность регистров	32
Разрядность внешней шины данных	64
Разрядность шины внутреннего кэша	64
Разрядность шины адреса	36
Максимальная адресуемая память	64 Гбайт
Максимальная виртуальная память	64 Тбайт
Размер встроенного кэша	8 Кбайт (для кода), 8 Кбайт (для данных)
Количество транзисторов	5,5 млн
Количество транзисторов в кэше второго уровня	15,5 млн (256 Кбайт кэш),
	31 млн (512 Кбайт кэш)
Размер элемента на кристалле	0,35 мкм
Тип гнезда	Socket 8
Корпус	387-контактный Dual Cavity PGA
Сопроцессор	Встроенный
Снижение энергопотребления	Система SMM (System Management Mode)
Напряжение питания	3,1 или 3,3 В

Таблица 3.26. Технические характеристики моделей процессора Pentium Pro

Процессор Pentium Pro (200 МГц) со встроенным кэшем уровня 2 емкостью 1 Мбайт

Дата представления	**18 августа 1997 года**
Тактовые частоты	200 МГц (66 МГц x 3)
Число транзисторов	5,5 млн (0,35-микронный процесс), плюс 62 млн в кэше уровня 2 емкостью 1 Мбайт (0,35-микронный процесс)
Кэш-память	уровня 1: 8 Кбайт x 2 (16 Кбайт), уровня 2: 1 Мбайт
Размер кристалла	квадрат со стороной 0,552 дюймов (14,0 мм)

Окончание табл. 3.21

Процессор Pentium Pro (200 МГц)	
Дата представления	**1 ноября 1995 года**
Тактовые частоты	200 МГц (66 МГц x 3)
Рейтинг iCOMP Index 2.0	220
Число транзисторов	5,5 млн (0,35-микронный процесс), плюс 15,5 млн в кэше уровня 2 емкостью 256 Кбайт (0,6-микронный процесс) или 31 млн в кэше уровень 2 емкостью 512 Кбайт (0,35-микронный процесс)
Кэш-память	уровень 1: 8 Кбайт x 2 (16 Кбайт), уровня 2: 256 или 512 Кбайт
Размер кристалла	квадрат со стороной 0,552 дюймов (14,0 мм)
Процессор Pentium Pro (180 МГц)	
Дата представления	**1 ноября 1995 года**
Тактовые частоты	180 МГц (60 МГц x 3)
Рейтинг iCOMP Index 2.0	197
Число транзисторов	5,5 млн (0,35-микронный процесс), плюс 15,5 млн в кэше уровня 2 емкостью 256 Кбайт (0,6-микронный процесс)
Кэш-память	уровень 1: 8 Кбайт x 2 (16 Кбайт), уровень 2: 256
Размер кристалла	квадрат со стороной 0,552 дюймов (14,0 мм)
Процессор Pentium Pro (166 МГц)	
Дата представления	**1 ноября 1995 года**
Тактовые частоты	166 МГц (66 МГц x 2.5)
Число транзисторов	5,5 млн (0,35-микронный процесс), плюс 31 млн в кэше уровня 2 емкостью 512 Кбайт (0,35-микронный процесс)
Кэш-память	уровень 1: 8 Кбайт x 2 (16 Кбайт), уровень 2: 512 Кбайт
Размер кристалла	квадрат со стороной 0,552 дюймов (14,0 мм)
Процессор Pentium Pro (150 МГц)	
Дата представления	**1 ноября 1995 года**
Тактовые частоты	150 МГц (60 МГц x 2.5)
Число транзисторов	5,5 млн (0,6-микронный процесс), плюс 15,5 млн в кэше уровня 2 емкостью 256 Кбайт (0,6-микронный процесс)
Кэш-память	уровень 1: 8 Кбайт x 2 (16 Кбайт), уровень 2: 256 Кбайт
Размер кристалла	квадрат со стороной 0,691 дюймов (17,6 мм)

Чтобы увидеть, какой вклад вносят различные средства в повышение производительности, можно обратиться к сравнительным индексам COMP 2.0, приведенным выше в этой главе. По сравнению с индексом 142 классического процессора Pentium 200, индекс 220 процессора Pentium Pro 200 просто впечатляет. Pentium MMX с индексом 182 занимает промежу-

точное положение. (Однако, работая с Windows 95 или другими 16-разрядными программами, Pentium Pro теряет почти все свои преимущества.) В следующей таблице приведены показатели быстродействия процессоров и системных плат Pentium Pro.

Тип процессора/ быстродействие	Кратность тактовой частоты	Тактовая частота системной платы, МГц
Pentium Pro 150	2,5x	60
Pentium Pro 166	2,5x	66
Pentium Pro 180	3x	60
Pentium Pro 200	3x	66

Встроенный кэш второго уровня является одной из действительно уникальных особенностей процессора Pentium Pro. Встроенный в процессор и удаленный из системной платы, этот кэш работает на максимальной частоте процессора и не зависит от более низкой тактовой частоты (60 или 66 МГц) шины системной платы. Фактически, у кэша второго уровня имеется своя собственная внутренняя 64-разрядная шина, функционирующая независимо от внешней 64-разрядной шины процессора. Внутренние регистры и каналы данных — 32-разрядные, как и в Pentium. Системные платы уровня 2 стали дешевле, поскольку им больше не требуется отдельная кэш-память. По общему мнению, кэш уровня 3 (как он мог бы называться) в Pentium Pro был бы менее эффективен, чем кэш уровня 2.

Одно из свойств встроенного кэша уровня 2 заключается в том, что он значительно улучшает работу многозадачной системы. Процессор Pentium Pro поддерживает новую многопроцессорную структуру *Multi-Processor Specification (MPS)*, а не симметричную многопроцессорную работу (SMP), как в случае с Pentium. Благодаря MPS в системах с Pentium Pro одновременно может работать до четырех процессоров. В отличие от других многопроцессорных систем, при использовании Pentium Pro не возникает проблемы когерентности кэшей.

Системные платы на базе Pentium Pro поставляются в основном с шинами PCI и ISA. Pentium Pro поддерживают такие наборы микросхем, как *450KX/GX* (*Orion*) и *440LX* (*Natoma*). Кроме того, Intel разработала новую конструкцию системных плат для Pentium Pro и Pentium II, названную ATX. Главное назначение новой конструкции — переместить процессор в область, свободную от плат расширения, что позволит улучшить охлаждение процессора. При работе на компьютерах Baby-AT с процессорами, расположенными под слотами, возникают проблемы, которые подчас не позволяют использовать все доступные слоты.

Еще одним достоинством конструкции ATX является то, что по длине плата располагается вдоль задней панели системного блока, тем самым освобождается пространство для большого количества внутренних соединителей. Платы ATX имеют встроенные сдвоенные последовательные порты, параллельный порт, контроллер дисководов, сдвоенные EIDE-порты, звуковые, SVGA-, а в некоторых случаях, SCSI- и сетевые интерфейсы. Однако системные платы новой конструкции требуют использования модифицированного корпуса. Intel опубликовала спецификации стандарта ATX, и теперь разработкой подобных плат занимаются многие производители.

Другие фирмы-производители компьютеров Pentium Pro не собираются переходить от конструкции Baby-AT к более новым. Основная проблема этой конструкции связана с охлаждением процессора: отличающийся небольшими размерами, процессор Pentium Pro потребляет более 25 Вт и выделяет значительное количество тепла.

На корпусе процессора Pentium Pro находятся четыре специальных штырька для идентификации напряжения (Voltage Identification, VID). Они используются для автоматического выбора напряжения питания. И потому системная плата Pentium Pro не имеет переходного

устройства для выбора напряжения, как у большинства плат для Pentium, а это в значительной степени упрощает установку Pentium Pro и сборку системы. По этим штырькам сигналы фактически не передаются. Эти штырьки, на самом деле, входят в состав замкнутой или разомкнутой цепи в корпусе. Комбинация замкнутых и разомкнутых штырьков определяет напряжение, требуемое процессору. Штырьки VID пронумерованы (VID0, VID1, VID2, VID3); их назначение описано в табл. 3.27. Цифра 1 в этой таблице обозначает штырек в разомкнутой цепи, а 0 — в замкнутой (т.е. штырек заземлен). Преобразователи напряжения на системной плате должны подавать необходимое напряжение или отключаться.

Таблица 3.27. Устанавливаемые напряжения для Pentium Pro

Комбинация штырьков	Устанавливаемое напряжение
0000	3.5
0001	3.4
0010	3.3
0011	3.2
0100	3.1
0101	3.0
0110	2.9
0111	2.8
1000	2.7
1001	2.6
1010	2.5
1011	2.4
1100	2.3
1101	2.2
1110	2.1
1111	Центральный процессор не установлен

Для большинства процессоров Pentium Pro, требуется напряжение 3,3 В, а для некоторых — 3,1 В. Обратите внимание, что комбинация штырьков 1111 (все штырьки разомкнуты) "говорит" о том, что процессор отсутствует в данном гнезде.

Pentium Pro никогда широко не применялся в настольных компьютерах, как правило, он использовался в качестве процессора файл-сервера, прежде всего, благодаря большой емкости внутреннего кэша второго уровня, тактовая частота которого равна тактовой частоте процессора.

Как и другие процессоры, Pentium Pro претерпел ряд изменений. В следующей таблице приведены технические характеристики различных моделей Pentium Pro. (Хочу заметить, что обычно номер версии указывается на верхней и нижней стороне микросхемы.)

Тип	Поколение	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Емкость кэша уровня 2 /Изменение	Тактовая частота памяти /шины	Спецификация	Напряжение (±5%), В	Примечания
0	6	1	1	B0	256/a	133/66	Q0812	3,1	3,4
0	6	1	1	B0	256/a	150/60	Q0813	3,1	3,4
0	6	1	1	B0	256/a	1 33/66	Q0815	3,1	3,4
0	6	1	1	B0	256/a	150/60	Q0816	3,1	3,4
0	6	1	1	B0	256/a	150/60	SY002	3,1	3
0	6	1	1	B0	256/a	150/60	SY011	3,1	
0	6	1	1	B0	256/a	150/60	SY014	3,1	
0	6	1	2	C0	256/a	150/60	Q0822	3,1	3,4
0	6	1	2	C0	256/a	150/60	Q0825	3,1	4
0	6	1	2	C0	256/a	150/60	Q0826	3,1	4
0	6	1	2	C0	256/a	150/60	SY010	3,1	
0	6	1	6	sA0 2	256/a	180/60	Q0858	3,3	4
0	6	1	6	sA0 2	256/a	200/66	Q0859	3,3	4
0	6	1	6	sA02	256/a	180/60	Q0860	3,3	4,5
0	6	1	6	sA02	256/a	200/66	Q0861	3,3	4,5
0	6	1	6	sA02	512/Pre 6	166/66	Q0864	3,3	4
0	6	1	6	sA02	512/Pre 6	200/66	Q0865	3,3	4
0	6	1	6	sA02	256/a	180/60	Q0873	3,3	4
0	6	1	6	sA02	256/a	200/66	Q0874	3,3	4
0	6	1	6	sA02	256/a	180/60	Q0910	3,3	
0	6	1	6	sA02	256/a	180/60	SY012	3,3	
0	6	1	6	sA02	256/a	200/66	SY013	3,3	
0	6	1	7	sA1	256/a	200/66	Q076	3,3	7
0	6	1	7	sA1	256/a	180/60	Q0871	3,3	4
0	6	1	7	sA1	256/a	200/66	Q0872	3,3	4
0	6	1	7	SA1	256/a	180/60	Q0907	3,3	4
0	6	1	7	sA1	256/a	200/66	Q0908	3,3	4
0	6	1	7	sA1	256/b	200/66	Q0909	3,3	4
0	6	1	7	sA1	512/Pre 6	166/66	Q0918	3,3	4
0	6	1	7	sA1	512/Pre 6	200/66	Q0920	3,3	4
0	6	1	7	sA1	512/Pre 6	200/66	Q0924	3,3	4
0	6	1	7	sA1	512/a	166/66	Q0929	3,3	4
0	6	1	7	sA1	512/a	200/66	Q932	3,3	4
0	6	1	7	sA1	512/b	166/66	Q935	3,3	4

Окончание

Тип	Поколение	Модель	Изменение	Идентификатор изменения	Емкость кэша уровня 2 /Изменение	Тактовая частота памяти /шины	Спецификация	Напряжение (±5%), В	Примечания
0	6	1	7	sA1	512/b	200/66	Q936	3,3	4
0	6	1	7	sA1	256/a	200/66	SL245	3,5	7
0	6	1	7	sA1	256/a	200/66	SL247	3,5	7
0	6	1	7	sA1	256/b	180/60	SU103	3,3	8
0	6	1	7	sA1	256/b	200/66	SU104	3,3	8
0	6	1	7	sA1	256/b	180/60	SY031	3,3	
0	6	1	7	sA1	256/b	200/66	SY032	3,3	
0	6	1	7	sA1	512/a	166/66	SY034	3,3	
0	6	1	7	sA1	256/a	180/60	SY039	3,3	
0	6	1	7	sA1	256/b	200/66	SY040	3,3	
0	6	1	7	sA1	512/b	166/66	SY047	3,3	
0	6	1	7	sA1	512/b	200/66	SY048	3,3	
0	6	1	9	sB1	512/b	166/66	Q008	3,3	4
0	6	1	9	sB1	512/b	166/66	Q009	3,3	4
0	6	1	9	sB1	512/b	200/66	Q010	3,3	4
0	6	1	9	sB1	512/b	200/66	Q011	3,3	4
0	6	1	9	sB1	256/b	180/60	Q033	3,3	4
0	6	1	9	sB1	256/b	200/66	Q034	3,3	4
0	6	1	9	sB1	256/b	180/60	Q035	3,3	4
0	6	1	9	sB1	256/b	200/66	Q036	3,3	4
0	6	1	9	sB1	256/b	200/66	Q083	3,5	7
0	6	1	9	sB1	256/b	200/66	Q084	3,5	7
0	6	1	9	sB1	256/b	180/60	SL22S	3,3	
0	6	1	9	sB1	256/b	200/66	SL22T	3,3	
0	6	1	9	sB1	256/b	180/60	SL22U	3,3	
0	6	1	9	sB1	256/b	200/66	SL22V	3,3	9
0	6	1	9	sB1	512/b	166/66	SL22X	3,3	
0	6	1	9	sB1	512/b	200/66	SL22Z	3,3	
0	6	1	9	sB1	256/b	180/60	SL23L	3,3	8
0	6	1	9	sB1	256/b	200/66	SL23M	3,3	8
0	6	1	9	sB1	256/b	200/66	SL254	3,5	7
0	6	1	9	sB1	256/b	200/66	SL255	3,5	7
0	6	1	9	sB1	512/b	166/66	SL2FJ	3,3	8
0	6	1	9	sB1	1024/g	200/66	SL259	3,3	
0	6	1	9	sB1	1024/g	200/66	SL25A	3,3	

Примечания:

1 — обозначение изменения кэша второго уровня емкостью 256 Кбайт; 512 Кбайт или 1 Мбайт относится к изменению кремниевого кристалла кэша. Буквой "a" обозначено первое промышленное изменение, "b" — второе и т.д.

2 — изменение sA0 логически эквивалентно изменению C0, но при этом используются различные технологии.

3 — штырьки VID не поддерживаются.

4 — опытные образцы процессора Pentium Pro поставлялись согласно специальному соглашению.

5 — штырьки VID поддерживаются, но не тестировались.

6 — емкость кэша второго уровня — 512 Кбайт.

7 — эти компоненты имеют дополнительные изменения спецификации:

a — первичное напряжение — 3,5 В;

b — максимальная выделяемая мощность при 200 МГц — 39,4 Вт; емкости кэша второго уровня — 256 Кбайт;

c — максимальный ток 11,9 А;

d — штырьки VID не поддерживаются.

8 — боксированный процессор Pentium Pro с отсоединенным вентилятором.

9 — поставляется как боксированный процессор Pentium Pro с отсоединенным вентилятором.

Pentium II. Свой последний процессор в семействе P6 Intel представила в мае 1997 года. До своего официального появления этот процессор был известен под кодовым названием "Klamath", и вокруг него в компьютерном мире ходило огромное количество слухов. Pentium II — по существу, тот же самый процессор шестого поколения, что и Pentium Pro, правда, в несколько улучшенном варианте. Кристалл процессора Pentium II показан на рис. 3.25.

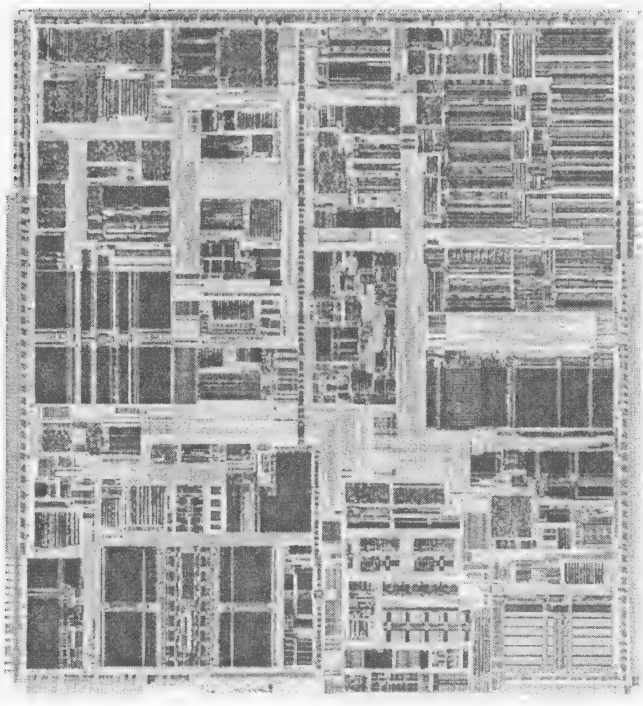


Рис. 3.25. Процессор Pentium II. Фотография публикуется с разрешения корпорации Intel

Однако, физической точки зрения, это действительно нечто новое. Процессор Pentium II заключен в корпус с односторонним контактом (Single Edge Contact — SEC) и большим теплоотводным элементом. Устанавливается он на собственную небольшую плату, очень похожую на модуль памяти SIMM и содержащую кэш второго уровня (рис. 3.26), и эта плата устанавливается в слот типа Slot 1 на системной плате, который внешне очень похож на разъем адаптера. Предлагаемые Intel процессоры Pentium II работают на следующих тактовых частотах.

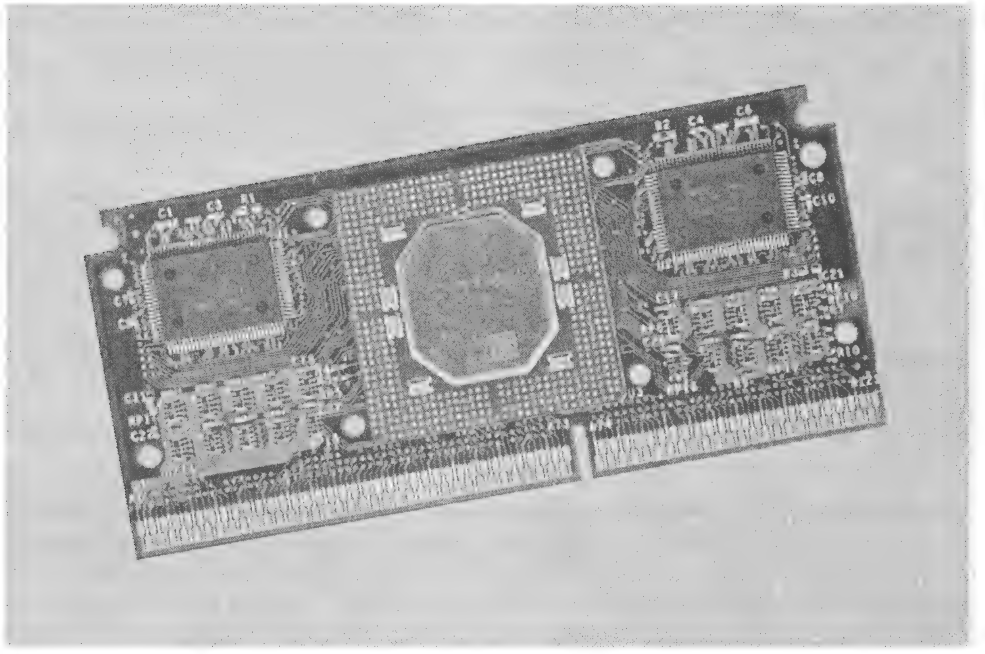


Рис. 3.26. Плата процессора Pentium II (внутри картриджа SEC). Фотография публикуется с разрешения корпорации Intel

Тип процессора/быстродействие	Кратность тактовой частоты	Тактовая частота системной платы, МГц
Pentium II 233	3,5x	66
Pentium II 266	4x	66
Pentium II 300	4,5x	66
Pentium II 333	5x	66
Pentium II 350	3,5x	100
Pentium II 400	4x	100
Pentium II 450	4,5x	100

Ядро процессора Pentium II имеет 7,5 млн транзисторов; при его производстве используется улучшенная архитектура P6 фирмы Intel. Вначале все процессоры Pentium II производились по 0,35-микронной технологии. А уже при производстве процессоров Pentium II 333 используется 0,25-микронная технология. Это дает возможность уменьшить кристалл, увеличить тактовую частоту и уменьшить потребляемую мощность. При тактовой частоте

333 МГц, эффективность процессора Pentium II на 75–150 % выше, чем у процессора Pentium 233 МГц с командами MMX, а при проведении эталонных мультимедийных тестов приблизительно на 50% выше. На сегодня эти процессоры считаются довольно быстрыми. Приведенный в табл. 3.2 индекс iCOMP 2.0 у процессора Pentium II на 266 МГц вдвое выше, чем у классического Pentium на 200 МГц.

Если не учитывать скорость, то процессор Pentium II можно рассматривать как комбинацию Pentium Pro и технологии MMX. У него такие же многопроцессорные возможности и точно такой же интегрированный кэш второго уровня, как у Pentium Pro, а от процессора MMX заимствованы 57 новых мультимедиа-команд и команды повторения. Кроме того, в Pentium II вдвое выше, чем в Pentium Pro, объем внутреннего кэша первого уровня (теперь в Pentium II объем внутреннего кэша первого уровня не 16 Кбайт, а 32 Кбайт).

Максимальная потребляемая процессором мощность и рабочее напряжение приведены в следующей таблице.

Основная тактовая частота, МГц	Потребляемая мощность, Вт	Процесс (размер структуры), микрон	Напряжение, В
400	27,9	0,25	2,0
350	24,5	0,25	2,0
333	23,7	0,25	2,0
300	43,0	0,35	2,8
266	38,2	0,35	2,8
233	34,8	0,35	2,8

Процессор Pentium II 400 МГц потребляет меньшую мощность, чем его первоначальная версия 233 МГц! Это было достигнуто за счет уменьшения размера структуры до 0,25 микрона и снижения напряжения до 2,0 В.

Как и в процессоре Pentium Pro, в Pentium II реализовано повышающее эффективность средство динамического выполнения. Основные особенности динамического выполнения следующие: 1) множественное предсказание переходов, которое ускоряет выполнение, предсказывая поток программы через отдельные ветви; 2) анализ потока данных, благодаря которому анализируются и переупорядочиваются команды программы; 3) спекулятивное выполнение, которое "предугадывает" изменение счетчика команд и выполняет команды, результаты которых, вероятнее всего, вскоре понадобятся. Благодаря широкому использованию этих возможностей значительно повышается эффективность процессора Pentium II.

Как и в Pentium Pro, в Pentium II реализована архитектура двойной независимой шины (Dual Independent Bus — DIB). Термин *двойная независимая шина* своим происхождением обязан двум независимым шинам в процессоре Pentium II — шине кэша второго уровня и системной шине, по которой происходит обмен данными между процессором и основной памятью. Процессор Pentium II может использовать обе шины одновременно, поэтому интенсивность обмена данными других устройств с процессором Pentium II может быть вдвое выше, чем с процессором, в котором использовалась архитектура одиночной шины. Архитектура DIB позволяет повысить быстродействие кэша второго уровня процессора Pentium II 333 МГц в 2,5 раза. Причем с увеличением тактовой частоты процессоров Pentium II возрастает и быстродействие кэша второго уровня. Кроме того, системная шина с конвейерной организацией дает возможность параллельно выполнять два потока транзакций, а не один. Все эти улучшения архитектуры двойной независимой шины позволяют увеличить ее пропускную способность почти в три раза по сравнению с пропускной способностью шины с одиночной архитектурой у обычного Pentium.

Общие технические данные процессоров Pentium II приведены в табл. 3.28. Технические данные конкретных моделей процессоров Pentium II приведены в табл. 3.29.

Таблица 3.28. Технические данные процессоров Pentium II

Тактовая частота, МГц	**233, 266, 300, 333, 350, 400, 450**
Кратность умножения частоты	3,5x, 4x, 4,5x, 5x
Разрядность внешней шины данных	64
Разрядность шины внутреннего кэша	64
Разрядность шины адреса	36
Максимальная адресуемая память	64 Гбайт
Максимальная виртуальная память	64 Тбайт
Емкость встроенного кэша	32 Кбайт:16 Кбайт для кода и 16 Кбайт для данных
Объем кэша второго уровня	512 Кбайт (половинная тактовая частота процессора)
Размеры корпус	5,505 дюйма (12,82 см) x 2.473 дюйма (6,28 см) x 0,647 дюймов (1,64 см)
Корпус	242-контактный с односторонним контактом (Single Edge Contact Cartridge, S.E.C.C.)
Сопроцессор	Встроенный
Снижение энергопотребления	Система SMM (System Management Mode)
Разрядность внутренних регистров	32

Таблица 3.29. Технические данные конкретных моделей процессора Pentium II

Процессор Pentium II MMX (350 и 400 МГц)

Дата представления	**15 апреля 1998 года**
Тактовые частоты	350 МГц (100 МГц x 3,5) и 400 МГц (100 МГц x 4)
Рейтинг по iCOMP Index 2. 0	440 (400 МГц)
Количество транзисторов	7,5 млн (0,25-микронный процесс), плюс 31 млн в кэше второго уровня емкостью 512 Кбайт
Кэшируемая оперативная память	4 Гбайт
Рабочее напряжение	2,0 В
Слот	Slot 2
Размер кристалла	Квадрат со стороной 0,400 дюймов (10,2 мм)

Процессор Pentium II MMX (333 МГц)

Дата представления	**7 мая 1997 года**
Тактовые частоты	300 МГц (66 МГц x 4,5)
Рейтинг по iCOMP Index 2. 0	332
Количество транзисторов	7,5 млн (0,35-микронный процесс), плюс 31 млн в кэше второго уровня емкостью 512 Кбайт
Кэшируемая оперативная память	512 Мбайт
Размер кристалла	Квадрат со стороной 0,400 дюймов (10,2 мм)

Окончание табл. 3.29

Процессор Pentium II MMX (300 МГц)	
Дата представления	**7 мая 1997 года**
Тактовые частоты	266 МГц (66 МГц x 4)
Рейтинг по iCOMP Index 2. 0	303
Количество транзисторов	7,5 млн (0,35-микронный процесс), плюс 31 млн в кэше второго уровня емкостью 512 Кбайт
Кэшируемая оперативная память	512 Мбайт
Слот	Slot 1
Размер кристалла	Квадрат со стороной 0,560 дюймов (14,2 мм)
Процессор Pentium II MMX (266 МГц)	
Дата представления	**7 мая 1997 года**
Тактовые частоты	266 МГц (66 МГц x 3,5)
Рейтинг по iCOMP Index 2. 0	303
Количество транзисторов	7,5 млн (0,35-микронный процесс), плюс 31 млн в кэше второго уровня емкостью 512 Кбайт
Кэшируемая оперативная память	512 Мбайт
Слот	Slot 1
Размер кристалла	Квадрат со стороной 0,560 дюймов (14,2 мм)
Процессор Pentium II MMX (233 МГц)	
Дата представления	**7 мая 1997 года**
Тактовые частоты	233 МГц (66 МГц x 3,5)
Рейтинг по iCOMP Index 2. 0	267
Количество транзисторов	7,5 млн (0,35-микронный процесс), плюс 31 млн в кэше второго уровня емкостью 512 Кбайт
Кэшируемая оперативная память	512 Мбайт
Слот	Slot 1
Размер кристалла	Квадрат со стороной 0,560 дюймов (14,2 мм)

Как видите, процессор Pentium II может адресовать до 64 Гбайт физической памяти. При его создании использовалась архитектура двойной независимой шины. Это значит, что процессор имеет две независимые шины: одну — для доступа к кэшу второго уровня и вторую — для доступа к основной памяти. Работают эти шины одновременно, значительно увеличивая проходящий через систему поток данных. Кэш первого уровня всегда работает на основной тактовой частоте процессора, потому что он установлен непосредственно на кристалле процессора. Кэш второго уровня в Pentium II обычно работает на половине основной тактовой частоты процессора, это позволяет снизить стоимость микросхемы кэша. Например, в Pentium II 333 МГц, кэш первого уровня работает на тактовой частоте 333 МГц, в то время как кэш второго уровня рабо-

тает на тактовой частоте 167 МГц. Хотя кэш второго уровня работает не на полной тактовой частоте, как это было в Pentium Pro, его быстродействие значительно выше быстродействия кэш-памяти на системной плате, работающей на тактовой частоте 66 МГц (это тактовая частота большинства системных плат с гнездом типа Socket 7 для Pentium). Как утверждает Intel, пропускная способность новой двойной шины втрое выше, чем обычной.

Теперь, перенеся кэш из внутреннего корпуса процессора и используя внешнюю микросхему, установленную корпусе, Intel может использовать более дешевые микросхемы кэш-памяти и еще больше увеличивать тактовую частоту процессора. Тактовая частота процессора Pentium Pro была ограничена 200 МГц, так как было трудно найти доступную кэш-память с более высокой тактовой частотой. А поскольку тактовая частота кэш-памяти составляет половину тактовой частоты процессора, Pentium II может работать на тактовой частоте 400 МГц, и потому можно использовать микросхемы кэш-памяти с номинальной тактовой частотой всего лишь 200 МГц. Чтобы компенсировать половинную тактовую частоту кэш-памяти в Pentium II, Intel удвоила объем кэша второго уровня (тогда как в Pentium Pro стандартный объем равен 256 Кбайт, в Pentium II — 512 Кбайт).

Обратите внимание, что дескрипторы (тэги, метки) ОЗУ, имеющиеся в кэше второго уровня, допускают кэширование оперативной памяти объемом до 512 Мбайт, в процессорах Pentium II — от 233 МГц до 333 МГц. В процессорах на 350 МГц, 400 МГц и выше дескрипторы ОЗУ расширены, поэтому в этих моделях разрешается кэшировать до 4 Гбайт оперативной памяти. Это очень важно, если вы планируете когда-либо установить память емкостью, большей чем 512 Мбайт. В этом случае вам определенно нужен процессор на 350 МГц или выше; в противном случае снижается эффективность памяти.

Шина системы Pentium II может поддерживать один либо два процессора, при этом не требуются дополнительные микросхемы. Это дает возможность снизить стоимость симметричной многопроцессорной обработки данных, не добавляя дополнительных внешних микросхем, что позволит значительно увеличить эффективность многозадачных операционных систем и многопоточных приложений. В будущем наборы микросхем системной логики (чипсеты) будут способны организовать работу четырех или большего количества процессоров Pentium II в единой многопроцессорной системе, прежде всего, для использования в качестве файл-сервера.

Имеются версии Pentium II с кодами с исправлением ошибок (Error Correction Code — ECC) на шине кэша второго уровня (L2). Они разработаны специально для серверов или других систем, выполняющих жизненно важные задания, где большую роль играет надежность и целостность данных. Во всех Pentium II сигналы запроса и выдачи адреса на шину защищены контролем четности, и кроме того, предусмотрен механизм повторения для повышения целостности и надежности данных.

Для установки процессора Pentium II в систему существует специальное крепление. Процессор Pentium II устанавливается в Slot 1 на системной плате так, чтобы он был защищен от повреждений в результате вибраций и толчков. Крепления разрабатываются изготовителями системных плат. (Например, такие системные платы, как Intel Boxed AL440FX и DK440LX, имеют крепления и другие важные компоненты для сборки системы.)

Pentium II генерирует большое количество тепла, которое необходимо рассеивать. Для этого на процессоре устанавливается теплоотвод (радиатор). Кроме этого, для охлаждения процессоров Pentium II можно использовать активный теплоотвод (вентилятор). В отличие от активных теплоотводов, устанавливаемых раньше для боксированных процессоров Intel, вентиляторы Pentium II получают питание от разъема с тремя штырьками на системной плате. Для подвода необходимой мощности для вентиляторов в большинстве системных плат предусмотрено несколько соединителей.

Для теплоотвода на системной плате имеются специальные монтажные отверстия. Обычно пластмассовая опорная стойка вставляется в отверстия теплоотвода около центрального

процессора (перед установкой картриджа центрального процессора с теплоотводом). Большинство теплоотводов имеет два компонента: вентилятор в пластмассовом кожухе и металлический радиатор. Радиатор присоединяется к теплоотводящей пластине процессора и не снимается, тогда как вентилятор можно снять и заменить в случае необходимости. На рис. 3.27 показан корпус SEC с вентилятором, проводами, по которым подводится питание, креплениями, разъемами и отверстиями для крепления к системной плате.

В приведенных ниже таблицах указаны технические характеристики различных версий процессора Pentium II.

Чтобы вы могли идентифицировать свой процессор Pentium II, найдите номер спецификации на корпусе SEC. Он находится в изменяемой части метки на верхней стороне модуля процессора. Размещение маркировки показано на рис. 3.28.

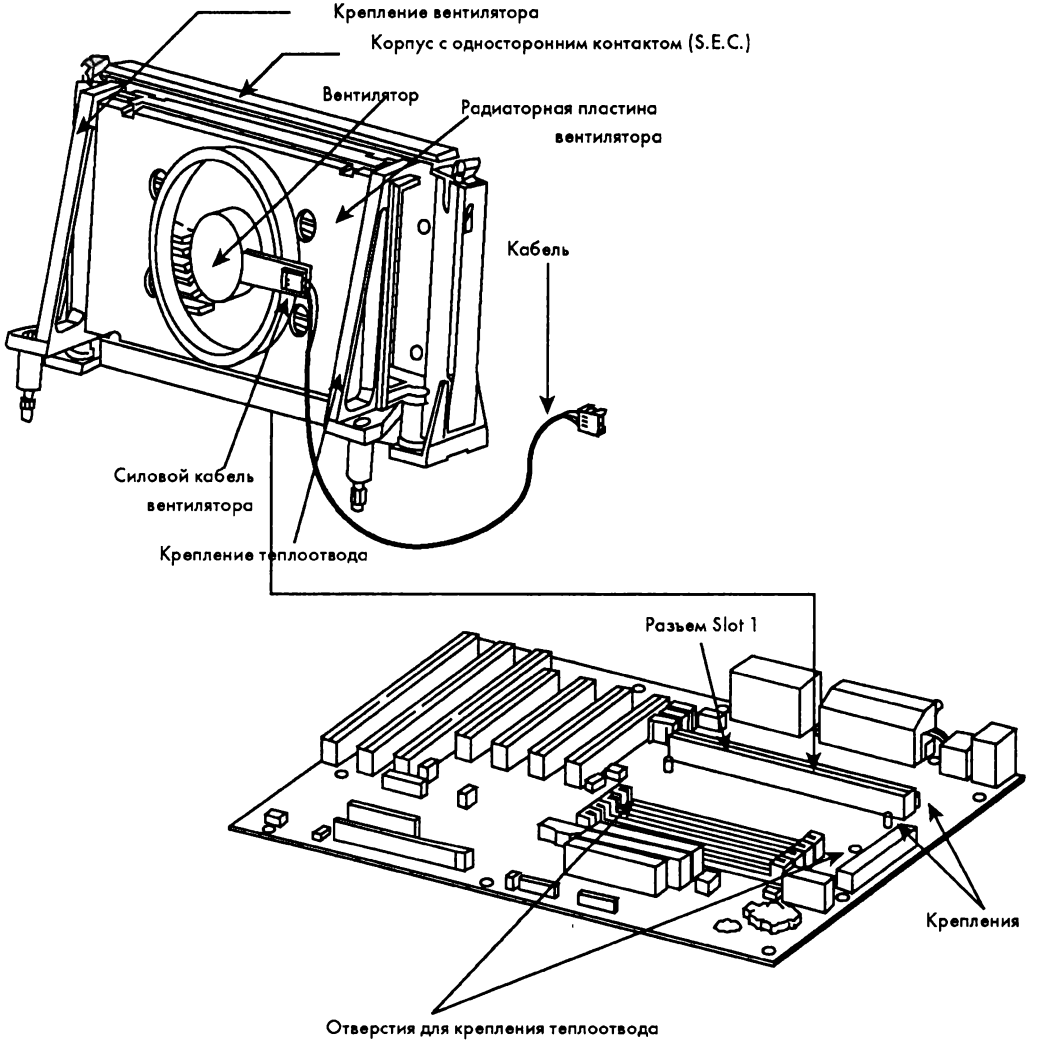


Рис. 3.27. Процессор Pentium II и крепление теплоотвода

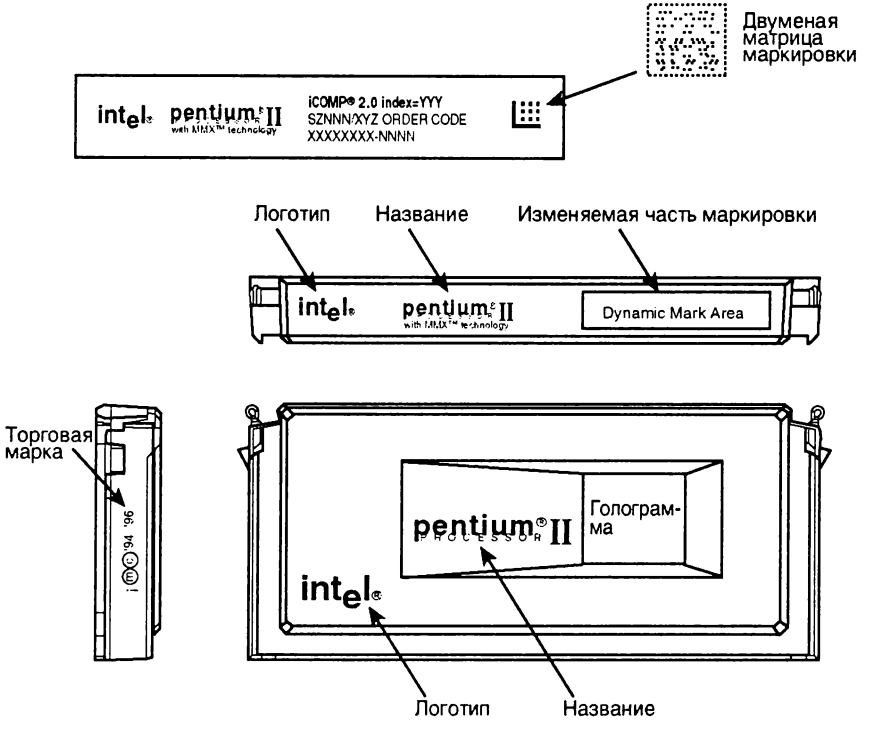


Рис. 3.28. Упаковка процессора Pentium II: корпус с односторонним контактом

По номеру спецификации (фактически это — алфавитно-цифровой код) можно точно установить тип процессора (табл. 3.30).

Например, номер спецификации SL2KA идентифицирует процессор как Pentium II 333 МГц (тактовая частота системной шины 66 МГц) с кэшем второго уровня (L2), в котором применяются коды с исправлением ошибок. В той же таблице указано, что для этого процессора требуется напряжение питания только 2,0 В. Кроме того, указан номер изменения, и вы, воспользовавшись руководством *Pentium II Specification Update Manual*, изданным Intel, можете точно узнать, какие изменения были внесены.

Таблица 3.30. Характеристики процессора Pentium II

Тип	Поколение	Модель	Изменение	Изменение ядра	Емкость кэша второго уровня (L2), Кбайт	TagRAM /Исправление	S-спецификация	ECC/без ECC	Тактовая частота ядра/шины, МГц	Примечания
0	6	3	3	C0	512	T6/B0	SL264	без ECC	233/66	
0	6	3	3	C0	512	T6/B0	SL265	без ECC	266/66	
0	6	3	3	C0	512	T6/B0	SL268	ECC	233/66	
0	6	3	3	C0	512	T6/B0	SL269	ECC	266/66	

Продолжение табл. 3.30

Тип	Поколение	Модель	Изменение	Изменение ядра	Емкость кэша второго уровня (L2), Кбайт	TagRAM /Исправление	S-спецификация	ECC/без ECC	Тактовая частота ядра/шины, МГц	Примечания
0	6	3	3	C0	512	T6/B0	SL28K	без ECC	233/66	2.0v
0	6	3	3	C0	512	T6/B0	SL28L	без ECC	266/66	2.0v
0	6	3	3	C0	512	T6/B0	SL28R	ECC	300/66	72°C
0	6	3	3	C0	512	T6/B0	SL2MZ	ECC	300/66	72°C, 2.0v
0	6	3	3	C0	512	T6/B0	SL2PV	ECC	266/66	2.0v
0	6	3	4	C1	512	T6/B0	SL2HA	ECC	300/66	72°C
0	6	3	4	C1	512	T6/B0	SL2HC	без ECC	266/66	
0	6	3	4	C1	512	T6/B0	SL2HD	без ECC	233/66	
0	6	3	4	C1	512	T6/B0	SL2HE	ECC	266/66	
0	6	3	4	C1	512	T6/B0	SL2HF	ECC	233/66	
0	6	3	4	C1	512	T6/B0	SL2QA	без ECC	233/66	BOX F
0	6	3	4	C1	512	T6/B0	SL2QB	без ECC	266/66	BOX F
0	6	3	4	C1	512	T6/B0	SL2QC	ECC	300/66	72°C, BOX F
0	6	3	4	C1	512	T6/B0	SL2QD	ECC	266/66	BOX F
0	6	5	0	dA0	512	T6P/A3	SL2KA	ECC	333/66	2.0v, 65°C
0	6	5	0	dA0	512	T6P/A3	SL2QF	ECC	333/66	BOX F,2.0v,65°C
0	6	5	1	dA1	512	T6P-e/A0	SL2QH	ECC	333/66	BOX F,2.0v,4GB
0	6	5	1	dA1	512	T6P-e/A0	SL2S5	ECC	333/66	2.0v, 4GB
0	6	5	1	dA1	512	T6P-e/A0	SL2S6	ECC	350/100	2.0v, 4GB

Окончание табл. 3.30

Тип	Поколение	Модель	Изменение	Изменение ядра	Емкость кэша второго уровня (L2), Кбайт	TagRAM /Исправление	S-спецификация	ECC/без ECC	Тактовая частота ядра/шины, МГц	Примечания
0	6	5	1	dA1	512	T6P-e/A0	SL2S7	ECC	400/100	2.0v, 4GB
0	6	5	1	dA1	512	T6P-e/A0	SL2SF	ECC	350/100	BOXF,2.0v,4GB
0	6	5	1	dA1	512	T6P-e/A0	SL2SH	ECC	400/100	BOXF,2.0v,4GB

Основное напряжение процессора — 2,8 В +100/-70 мВ для всех процессоров Pentium II, если не указано иное.

2.0v. Основное напряжение процессора (Vcc_CORE) — 2,0 В +100/-70 мВ для этих процессоров Pentium II.

Допустимый интервал температур для всех процессоров Pentium II — +5°C–75°C, если не указано иное.

72°C. Допустимый интервал температур процессора — 5°C–72°C.

65°C. Допустимый интервал температур процессора — 5°C–65°C.

BOXF. Это боксированный процессор Pentium II с вентилятором.

4G. Обозначенные таким образом процессоры имеют расширенный кэш второго уровня (L2), который может кэшировать до 4 Гбайт оперативной памяти Pentium II (стандартные процессоры могут кэшировать только до 512 Мбайт оперативной памяти).

Системные платы Pentium II имеют преобразователь напряжения, который служит для подачи нужного напряжения на центральный процессор. Для разных моделей процессора Pentium II требуются различные напряжения, и поэтому преобразователь надо установить так, чтобы обеспечить этому конкретному процессору подачу необходимого напряжения. На платах для Pentium Pro, в отличие от плат для более старых моделей Pentium, нет никаких переходных устройств или переключателей для установки напряжения: установка напряжения выполняется автоматически с помощью имеющихся на корпусе процессора штырьков идентификации напряжения (VID). В табл. 3.31 приведены значения устанавливаемого напряжения.

Таблица 3.31. Устанавливаемое напряжение для Pentium II

Штырьки процессора					
VID4	**VID3**	**VID2**	**VID1**	**VID0**	**Напряжение, В**
0	1	1	1	1	Зарезервировано
0	1	1	1	0	Зарезервировано

Окончание табл. 3.31

VID4	VID3	VID2	VID1	VID0	Напряжение, В
0	1	1	0	1	Зарезервировано
0	1	1	0	0	Зарезервировано
0	1	0	1	1	Зарезервировано
0	1	0	1	0	Зарезервировано
0	1	0	0	1	Зарезервировано
0	1	0	0	0	Зарезервировано
0	0	1	1	1	Зарезервировано
0	0	1	1	0	Зарезервировано
0	0	1	0	1	1,80
0	0	1	0	0	1,85
0	0	0	1	1	1,90
0	0	0	1	0	1,95
0	0	0	0	1	2,00
0	0	0	0	0	2,05
1	1	1	1	1	Процессор не установлен
1	1	1	1	0	2,1
1	1	1	0	1	2,2
1	1	1	0	0	2,3
1	1	0	1	1	2,4
1	1	0	1	0	2,5
1	1	0	0	1	2,6
1	1	0	0	0	2,7
1	0	1	1	1	2,8
1	0	1	1	0	2,9
1	0	1	0	1	3,0
1	0	1	0	0	3,1
1	0	0	1	1	3,2
1	0	0	1	0	3,3
1	0	0	0	1	3,4
1	0	0	0	0	3,5

0 — штырек процессора соединен с Vss.

1 — штырек процессора разомкнут.

Чтобы на материнскую плату можно было установить любую модель процессора Pentium II, должны поддерживаться значения, выделенные в табл. 3.31 **полужирным шрифтом**. Большинство процессоров Pentium II работает при напряжении 2,8 В; последние модели — при 2,0 В.

Pentium II Mobile Module является процессором Pentium II для портативных компьютеров, в него входит высокоэффективный набор микросхем системной логики (чипсет) North Bridge 440BX. Этот набор микросхем системной логики (чипсет) позволяет шине процессора работать с тактовой частотой 100 МГц. Набор микросхем системной логики (чипсет) 440BX был выпущен одновременно с версиями Pentium II на 350 и 400 МГц.

Будущее Pentium II. В 1998 году Intel прекратила выпуск обычных процессоров Pentium. Им на смену пришел Pentium II, который теперь используется и в обычных настольных компьютерах, и в портативных. В дешевых компьютерах широко применяется Celeron. Pentium II встречается почти повсюду — и в дешевых настольных системах, и очень дорогих и совершенных серверах; на его основе строятся, например, такие портативные компьютеры, как ноутбуки.

Deschutes — кодовое название процессоров Pentium II, при изготовлении которых используется 0,25-микронная технология. (Этим именем названа река в штате Орегон.) Процессоры Pentium II, устанавливаемые Slot 1 и работающие на тактовых частотах — 450 и 500 МГц (тактовая частота системной шины — 100 МГц), широко применяются в настольных компьютерах и серверах. Все процессоры Pentium II, устанавливаемые в Slot 1, могут использоваться в одно- и двухпроцессорных системах. В ПК стоимостью до 1 000 долларов применяются процессоры Pentium II, называемые Celeron; сначала они выпускались без кэша второго уровня (L2) и были рассчитаны на тактовую частоту системной шины 66 МГц. Процессоры Celeron также устанавливаются в разъем типа Slot 1. Сейчас широко доступны версии Celeron с кэшем второго уровня (L2) емкостью 256 Кбайт.

Процессоры Pentium II Xeon появились в середине 1998 года; они устанавливаются в высокопроизводительные серверы и рабочие станции с большим объемом кэша второго уровня (L2) и увеличенным кэшируемым адресным пространством, причем шина кэша второго уровня (L2) работает на тактовой частоте процессора. Процессоры семейства Pentium II Xeon, устанавливаемые в Slot 2, работают на тактовой частоте 400 и 450 МГц, а системная шина — на 100 МГц. Объем кэша второго уровня (L2) — не менее 512 Кбайт; он может быть увеличен до 1 Мбайт и 2 Мбайт для процессоров, устанавливаемых в Slot 2. На основе процессоров Pentium II, устанавливаемых в Slot 2, можно без каких-либо дополнительных внешних микросхем создавать четырехпроцессорные системы.

Обращаем ваше внимание, процессоры Pentium II Xeon, устанавливаемые в Slot 2, не могут заменить процессоры, устанавливаемые в Slot 1. Процессоры Pentium II Xeon для разъема типа Slot 2 используются в средних и высокопроизводительных серверах и рабочих станциях с большим объемом кэша второго уровня (L2), работающего на полной тактовой частоте (как вы помните, на их основе можно собрать четырехпроцессорные системы). Процессоры Pentium II, устанавливаемые в разъем типа Slot 1, применяются в обычных компьютерах, серверах и рабочих станциях начального уровня — в одно- и двухпроцессорных системах.

В ноутбуки процессоры Pentium II устанавливаются с начала 1998 года. Процессор Pentium II для портативных ПК поставляется в модуле Mobile с форм-фактором Mobile-корпуса. Потребляемая мощность новых процессоров Pentium II для портативных ПК сравнима с потребляемой мощностью портативных ПК с процессором Pentium MMX.

Процессор Pentium III[1]. Процессор Intel Pentium III — самый совершенный и высокопроизводительный процессор Intel для настольных ПК — унаследовал лучшие качества процессоров *микроархитектуры P6*, а именно: *динамическое выполнение команд*, *системную шину с множественными транзакциями* и *технологию Intel MMX* для обработки данных мультимедиа. Кроме того, в процессоре Pentium III реализованы новые потоковые SIMD-расширения — 70 новых команд, обеспечивающих улучшенные возможности обработки изображений, трехмер-

[1] Этот раздел написан редактором русского издания этой книги по материалам Web-сервера (www.intel.ru). — *Прим. ред.*

ной графики, потокового видео, аудио и распознавания речи. В Pentium III учтены требования пользователей серверов и рабочих станций начального и среднего уровней.

Процессор Pentium III полностью совместим с существующим программным обеспечением для архитектуры Intel. Программное обеспечение, разработанное для процессора Pentium III, позволяет реализовать такие мультимедийные возможности процессора, как полноэкранное "живое" видео, реалистичная графика и др. Системы на базе процессора Pentium III обладают также современными возможностями упрощения управления системами.

Процессоры семейства Pentium III, производимые корпорацией Intel, предназначены для настольных ПК, рабочих станций и серверов начального уровня. Все эти процессоры совместимы по кодам с процессорами предшествующих поколений, созданных на базе архитектуры Intel. Благодаря 0,25-микронной технологии стало возможным размещать на кристалле более 9,5 млн транзисторов. Таким образом, используя кристалл меньшей площади, удалось достичь большей вычислительной мощности. Ядро процессора заключено в корпус с односторонним контактом (SECC2 или SECC). Это упрощает конструкцию системных плат, предназначенных для работы с данным процессором.

Увеличение производительности процессоров Pentium III (по сравнению с предшествующими поколениями процессоров на основе архитектуры Intel) объясняется сочетанием возможностей микроархитектуры P6, новых SIMD-инструкций, технологии MMX и функции серийного номера процессора.

Основные особенности процессора Pentium III:

- *тактовая частота* — 450 и 500 МГц;
- при его изготовлении используется *0,25-микронная технология*, позволяющая повысить тактовую частоту ядра и уменьшить потребляемую мощность;
- добавлено *70 новых SIMD-инструкций*, улучшающих работу с приложениями трехмерной графики, потокового аудио, видео и распознавания речи, а также включены команды MMX;
- *быстродействие* процессора Pentium III с тактовой частотой 500 МГц более чем на 93% превышает быстродействие процессора Pentium II с тактовой частотой 450 МГц при работе с трехмерной графикой (по результатам эталонного теста 3D WinBench* 99-3D Lighting and Transformation), и на 42% — при работе с приложениями мультимедиа (по результатам эталонного теста MultimediaMark* 99);
- благодаря использованию *архитектуры двойной независимой шины* (Dual Independent Bust — DIB) увеличены пропускная способность и производительность;
- совместим с *набором микросхем Intel 440BX AGPset*;
- содержит *функцию серийного номера процессора*, первый компонент системы обеспечения безопасности ПК, предлагаемой корпорацией Intel;
- *неблокируемая кэш-память первого уровня емкостью 32 Кбайт (16Кб/16Кб) и унифицированная неблокируемая кэш-память второго уровня емкостью 512 Кбайт* обеспечивают ускоренный доступ к часто используемым данным;
- поддерживает *кэширование памяти с объемом адресного пространства 4 Гбайт*;
- позволяет создавать *масштабируемые системы с двумя процессорами и физической памятью объемом до 64 Гбайт.*

Результаты тестирования производительности с помощью программы Business Winstone 99-NT 4.0 приведены ниже:

Процессор Pentium® II 450 МГц	**Процессор Pentium III 450 МГц**	**Процессор Pentium III 500 МГц**
23,2	23,2	24,6

Технология динамического выполнения микроархитектуры P6 включает следующее.

- *Предсказание множественных ветвлений.* Это средство прогнозирует выполнение программ по нескольким ветвям.
- *Анализ потока данных.* Данное средство оптимизирует и реорганизует последовательность выполнения команд на основе используемых в них данных.
- *Спекулятивное выполнение команд.* Выполнение команд в оптимальной последовательности с целью обеспечения постоянной загрузки выполняющих блоков процессора и, естественно, повышения общей производительности.

Потоковые SIMD-расширения для Internet представляют собой 70 новых команд, среди которых команды для вычислений с плавающей запятой (метод SIMD), дополнительные команды для целочисленных вычислений (метод SIMD) и команды управления кэшированием. Внедрение потоковых SIMD-расширений позволяет увеличить скорость работы мощных приложений обработки изображений, трехмерной графики, видео, аудио, а также систем распознавания речи. SIMD-расширения позволяют:

- повысить разрешение и качество изображений;
- повысить качество звука, видео в формате MPEG2 и усилить возможности параллельного кодирования и декодирования в формате MPEG2;
- снизить загрузку процессора при работе приложений распознавания речи, повысив точность и быстродействие.

Технология MMX, по сути, является набором из 57 команд общего назначения для целочисленных операций, применимых к широкому спектру мультимедийных и коммуникационных приложений. При использовании этой технологии применяется:

- метод одного потока команд над множеством потоков данных (Single Instruction, Multiple Data — SIMD);
- набор из восьми 64-разрядных регистров MMX.

Серийный номер процессора Intel® — это первый из предлагаемых корпорацией Intel компонентов системы безопасности для ПК. Являясь уникальным идентификатором данного процессора, он может быть использован для идентификации компьютера, пользователя в сети, а также прикладной программой. Серийный номер процессора может использоваться в следующих типах приложений, для работы с которыми необходимо точно идентифицировать пользователя или систему:

- приложения с повышенным уровнем защиты: управляемый доступ к службам Internet, обмен электронными документами;
- управляющие приложения: управление ресурсами, удаленная загрузка и конфигурирование систем;
- приложения, управляющие информационными ресурсами.

Высокопроизводительная *архитектура двойной независимой шины* (системная шина и шина кэш-памяти) создает резерв пропускной способности, производительности и расширяемости для систем и технологий будущего.

Системная шина поддерживает возможность множественной обработки запросов (путем увеличения пропускной способности). Кроме того, она пригодна для построения недорогой двунаправленной симметричной двухпроцессорной системы, обеспечивающей значительное повышение производительности при работе с многозадачными мультипроцессорными операционными системами и многопотоковыми приложениями.

Встроенная неблокируемая кэш-память второго уровня емкостью 512 Кбайт повышает производительность путем сокращения среднего времени доступа к памяти и обеспечения быстрого повторного обращения к командам и данным. Производительность увеличивается также благодаря наличию выделенной 64-разрядной шины кэш-памяти. Частота кэш-памяти второго уровня пропорциональна частоте ядра. Кроме того, в процессор встроена кэш-память первого уровня общей емкостью 32 Кбайт: 16 Кбайт — для команд и столько же — для обработки данных.

Процессоры Pentium III с тактовой частотой 450 и 500 МГц поддерживают *кэширование до 4 Гбайт адресуемой памяти*.

Шина кэш-памяти второго уровня имеет поддержку *кодов с исправлением ошибок* (ECC), что важно при работе с приложениями, требующими интенсивной обработки и надежности данных.

Конвейерный блок вычислений с плавающей запятой (FPU) поддерживает 32- и 64-разрядные форматы в соответствии со спецификацией IEEE 754, а также 80-разрядный формат.

Повышенная *целостность и надежность данных* обеспечивается наличием сигналов адресации/запроса и ответа системной шины с *контролем четности и механизмом повторных запросов*.

Ниже описаны встроенные *средства самотестирования и контроля производительности* процессора Pentium III.

- *Встроенный механизм самотестирования* (Built-in Self Test — *BIST*) обеспечивает постоянный *контроль зависаний и сбоев* в микрокоде и больших логических матрицах, а также тестирование кэша команд и кэша данных, буферов TLB и сегментов памяти ROM.
- Механизм *стандартного порта доступа к тестированию и периферийному сканированию* IEEE 1149.1 позволяет осуществлять проверку каналов связи между процессором Pentium III и системой через стандартный интерфейс.
- Встроенные *счетные устройства* следят за показателями производительности и ведут подсчет событий.
- Встроенный в кристалл диод следит за температурой кристалла. *Датчик температур*, расположенный на системной плате, контролирует температуру кристалла процессора Pentium III, знать которую необходимо для управления температурным режимом.

Набор микросхем *Intel® 440BX AGPset* является первым набором, оптимизированным для работы с процессором Intel Pentium III. Шина ускоренного порта — Quad Port Acceleration (QPA), системная шина и шина SDRAM, работающие на частоте 100 МГц, предоставляют широкие возможности для "визуализации" вычислений: использования трехмерной графики и анимации для моделирования, визуализации данных, создания Web-серверов, обучающих программ и различных игр.

Фирма Intel предупреждает, что процессор Pentium III может содержать дефекты конструкции, или погрешности, называемые "errata". Список выявленных погрешностей фирма обещает предоставлять по первому требованию.

Процессоры „псевдошестого" поколения

Существует класс процессоров, наделенных многими возможностями процессоров шестого поколения, но разработанных для систем пятого поколения. Эти процессоры не имеют всех возможностей, присущих поколению P6: у них нет шины DIB, которая является одним из ключевых элементов истинного процессора шестого поколения. Отсутствие шины DIB связано с их обратной совместимостью с процессором Pentium. Разработанные, прежде всего, для замены Pentium, процессоры "псевдошестого" поколения устанавливаются в гнездо типа

Socket для процессора P5 (или Pentium), и их недостатки обусловлены ограниченностью возможностей системных плат для компьютеров класса Pentium. Эффективность кэша и памяти у них такая же, как и у процессоров пятого поколения.

Nexgen Nx586. Компанию Nexgen основал Винод Дахм (Vinod Dahm), один из первых создателей процессора Pentium в Intel. В Nexgen он разработал процессор Nx586, который был функционально эквивалентным Pentium, но не совместимым с ним по разъему. Он всегда поставлялся с системной платой; (фактически он был впаян в нее). Компания Nexgen не производила микросхем и системных плат; для этого она заключила контракты с IBM Microelectronics. Позже Nexgen была куплена фирмой AMD; проект Nx586 был объединен с AMD K5, и таким образом был "создан" процессор AMD K6.

Nx586 имел все стандартные возможности процессора пятого поколения, такие как суперскалярное выполнение с двумя внутренними конвейерами и встроенным высокоэффективным кэшем первого уровня (фактически с двумя отдельными кэшами — для кода и для данных). Преимущество этого процессора состояло в том, что у него был отдельный кэш для команд емкостью 16 Кбайт и кэш для данных — емкостью 16 Кбайт (в Pentium объем кэшей составлял всего лишь 8 Кбайт). В этих кэшах хранятся часто используемые команды и данные.

В Nx586 было включено средство предсказания переходов, которое также является одним из признаков процессора шестого поколения. Поэтому процессор мог предсказывать поток выполняемых команд и оптимизировать выполнение программы.

Ядро процессора Nx586 также RISC-подобно. Модуль трансляции динамически транслирует команды x86 в команды RISC86. Команды RISC86 были разработаны специально для поддержки архитектуры x86 при соблюдении принципов эффективности RISC. Эти команды выполняются проще, чем команды x86. (Данная возможность реализована только в процессорах класса P6.)

AMD-K6. Это высокоэффективный процессор "псевдошестого" поколения, устанавливаемый на системных платах для процессоров P5 (Pentium). По уровню эффективности он занимает промежуточное место между Pentium и Pentium II. Поскольку этот процессор разработан для гнезда типа Socket 7, которое является гнездом для процессоров и системных плат пятого поколения, он не может работать как настоящий процессор шестого поколения, так как архитектура гнезда типа Socket 7 строго ограничивает эффективность памяти и кэша. Однако процессор AMD-K6 является серьезным конкурентом Pentium, по крайней мере, на рынке систем средней производительности, где все еще популярен Pentium.

В процессоре AMD-K6 в соответствии с промышленным стандартом была реализована новая система команд мультимедиа (MMX). AMD разработала процессор K6 с гнездом типа Socket 7. Это позволило изготовителям ПК и торговым посредникам поставлять системы, которые можно легко модернизировать.

Технические характеристики процессора AMD-K6:

- внутренняя архитектура шестого поколения, внешний интерфейс пятого поколения;
- внутреннее RISC-ядро, транслирующее команды x86 в команды RISC;
- суперскалярные, параллельно работающие модули выполнения команд (семь);
- динамическое выполнение;
- предсказание переходов;
- спекулятивное выполнение;
- большой кэш объемом 64 Кбайт (кэш объемом 32 Кбайт для команд плюс двухпортовый кэш с обратной записью объемом 32 Кбайт для данных);
- встроенный модуль для выполнения операций над числами с плавающей запятой (FPU);
- промышленный стандарт поддержки команд MMX;

- режим SMM;
- гнездо типа Socket 7 конструкции Ceramic Pin Grid Array (CPGA);
- использование при изготовлении 0,35- и 0,25-микроннной технологий для пяти слоев.

Архитектура процессора AMD-K6 такова, что он полностью совместим по двоичному коду с x86, т.е. выполняет все программное обеспечение Intel, включая команды MMX. Чтобы восполнить довольно низкую эффективность кэша второго уровня (L2), обусловленную конструкцией гнезда типа Socket 7, AMD увеличила общий объем внутреннего кэша первого уровня до 64 Кбайт (т.е. его объем вдвое больше, чем у Pentium II). Это плюс динамическая возможность выполнения позволяет процессор K6 сравнить по быстродействию с Pentium, а по эффективности для данной тактовой частоты — с Pentium II.

Процессоры AMD-K5 и AMD-K6 устанавливаются в гнездо типа Socket 7. Однако может понадобиться внести некоторые коррективы, чтобы установить нужное напряжение и изменить параметры в базовой системе ввода-вывода. Чтобы гарантировать надежную работу процессора AMD-K6, системная плата должна поддерживать соответствующее напряжение.

Ядро AMD-K6-166 (200 МГц) работает при напряжении в 2,9 В, а схемы ввода-вывода — при 3,3 В, в то время как AMD-K6-233 МГц работает при напряжении 3,2 В, а схемы ввода-вывода — при 3,3 В. В более старых системных платах по умолчанию устанавливаются напряжения 2,8 В для ядра и 3,3 В для схемы ввода-вывода; 2,8 В — это ниже, чем указано в спецификации для AMD-K6, что может быть причиной неправильного функционирования процессора. Чтобы такой процессор работал правильно, системная плата должна иметь гнездо типа Socket 7 с преобразователем напряжения, рассчитанным на два уровня напряжения: 2,9 В или 3,2 В (233 МГц) — для ядра центрального процессора (Vcc2); 3,3 В — для схем ввода-вывода (Vcc3). Преобразователь напряжения должен допускать ток до 7,5 А (9,5 А — для 233 МГц) для процессора. Когда используется процессор на 200 МГц или более медленный, преобразователь напряжения должен допускать отклонение основного напряжения не более чем на 145 мВ от номинального значения (2,9 В ±145 мВ). Когда используется процессор на 233 МГц, преобразователь напряжения должен допускать отклонение основного напряжения не более чем на 100 мВ от номинального значения (3,2 В ±100 мВ).

Если в системной плате установлен преобразователь, который не может поддерживать необходимого напряжения, скорее всего, система будет работать ненадежно. Если напряжение на центральном процессоре превышает максимально допустимое, то процессор может выйти из строя. Следует сказать и о том, что K6 может перегреваться. Убедитесь, что теплоотвод надежно укреплен на процессоре и не высохла термопроводящая смазка.

Базовая система ввода-вывода системной платы должна поддерживать процессор AMD-K6. В базовую систему ввода-вывода Award средства поддержки стали встраивать начиная с 1 марта 1997 года. Фирма AMI встраивает средства поддержки K6 в каждую базовую систему ввода-вывода с модулем центрального процессора CPU Module 3.31 или более поздним. BIOS версии 4.0 (выпуск 6.0 и выпуск 5.1 с датой 4/7/97 или более поздней) фирмы Phoenix поддерживает AMD-K6.

Как вы понимаете, запомнить все эти технические данные довольно сложно, проще на Web-сервере AMD найти список системных плат, которые могут использоваться для установки процессора AMD-K6. Все системные платы, приведенные в этом списке, протестированы и хорошо работают с AMD-K6, поэтому, если осуществить проверку на соответствие техническим требованиям невозможно, рекомендуем приобретать для процессора AMD-K6 системные платы из этого списка.

Множитель, тактовая частота шины и установки напряжения для K6 приведены в табл. 3.32. Маркировка микросхемы AMD-K6 показана на рис. 3.29.

Таблица 3.32. Тактовые частоты и напряжения AMD-K6

Тактовая частота центрального процессора, МГц	Множитель	Тактовая частота шины, МГц	Напряжение ядра/ввода-вывода, В
166	2,5x	66	2,9/3,3
200	3,0x	66	2,9/3,3
233	3,5x	66	3,2/3,3
266	4,0x	66	2,2/3,3
320303	43,5x	66	23,2/3,435

В старых системных платах нужно было установить множитель 1,5x с помощью переходного устройства. Установка множителя 1,5x для старых системных плат приравнивается к установке множителя 3,5x для AMD-K6 и более поздних процессоров Intel.

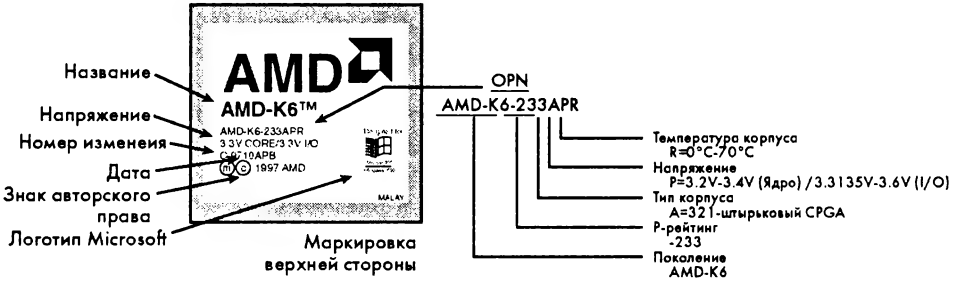


Рис. 3.29. Маркировка процессора AMD-K6

В отличие от Cyrix и некоторых других конкурентов Intel, AMD является и разработчиком, и изготовителем. K6 имеет 8,8 млн транзисторов и производится с использованием 0,35-микронной технологии для пяти слоев. Сторона кристалла равна 12,7 мм, а площадь — приблизительно 162 мм^2. Как и Intel, AMD переходит к использованию 0,25-микронной технологии. Это позволит увеличить количество выпускаемых процессоров. За последние пять лет AMD поставила более чем 50 миллионов Windows-совместимых центральных процессоров.

Cyrix MediaGX. Процессор Cyrix MediaGX был разработан для недорогих (стоимостью до 1 000 долларов) компьютеров. В процессор MediaGX встроены средства работы со звуком, графикой, а также управления памятью. Стоимость ПК на основе микросхемы MediaGX ниже стоимости других систем с подобными возможностями.

В процессор MediaGX встроен интерфейс PCI, а также функции управления звуком, графикой и памятью. Кроме того, для системы с MediaGX не требуется дорогостоящая видео- или звуковая плата. Микросхема MediaGX и дополнительная микросхема на системной плате заменяют процессор, микросхемы North и South Bridge, аппаратные средства управления памятью и кэш второго уровня (L2), т.е. все то, что находится на плате для Pentium. И, наконец, поскольку MediaGX упрощает конструкцию ПК и уменьшает потребляемую им мощность, а значит, и выделяемое им количество теплоты, то такие процессоры могут применяться в портативных компьютерах.

Процессор MediaGX не устанавливается в гнездо типа Socket 7. Он не устанавливается вообще ни в какое гнездо, а запаивается в системную плату. Поскольку, в отличие от других процессоров, MediaGX довольно сильно интегрирован с системной платой и микросхемой для поддержки процессора (Cx5510), то, естественно, и платы для него устроены не так, как стандартные платы для Pentium. Процессор MediaGX — скорее готовая система, чем система,

предназначенная для модернизации. Нарастить вычислительные возможности большинства компонентов такой системы почти невозможно, но, как правило, это и не требуется. Если в будущем вы предполагаете модернизировать компьютер, то выбирайте другой процессор. В то же время, если вы нуждаетесь в самой дешевой системе, обратите внимание на MediaGX.

MediaGX полностью совместим с Windows: на нем можно выполнять то же программное обеспечение, что и на Pentium. Причем эффективность системы на основе MediaGX такая же, как системы на основе Pentium, работающей на той же тактовой частоте. Отличие MediaGX состоит в том, что тот же уровень эффективности достигается за более низкую цену. Поскольку процессор MediaGX впаян в системную плату и для него требуется специальный набор микросхем системной логики (чипсет), он продается только в комплекте с системной платой.

Есть также улучшенная версия процессора MediaGX, — с дополнительными средствами MMX, интегрированным контроллером игрового порта, поддержкой стандарта для звука AC97 и стандарта Microsoft PC97 для доступа к устройствам Plug and Play. Кроме того, этот процессор поддерживает игры для Windows 95 и DOS, а также программное обеспечение с MMX. В системах на основе данного процессора содержатся два порта для универсальной последовательной шины (USB), которые понадобятся для нового поколения периферийных устройств с USB (принтеров, сканеров, джойстиков, цифровых камер и др.).

Если процессор MediaGX работает на тактовых частотах 166 и 180 МГц, то процессор MediaGX с MMX-расширениями — на частотах более 200 МГц. Compaq использует процессор MediaGX с MMX-расширениями в ноутбуках Presario 1220. На основе процессора MediaGX могут быть созданы и другие недорогие системы.

Cyrix/IBM 6x86 и 6x86MX. В семейство процессоров Cyrix 6x86 входят процессоры 6x86 (уже не выпускается) и 6x86MX. Подобно AMD-K5 и K6, внутренняя архитектура этих процессоров принадлежит к шестому поколению, а устанавливаются они как и Pentium пятого поколения, в гнездо типа Socket 7.

В процессорах Cyrix 6x86 и 6x86MX (последний переименован в MII) имеется два оптимизированных суперконвейерных целочисленных модуля и встроенный модуль для операций над числами с плавающей запятой. В этих процессорах реализована возможность динамического выполнения, которая является характерной особенностью центрального процессора шестого поколения. Кроме того, в этих процессорах реализованы предсказание переходов и спекулятивное выполнение.

Процессор 6x86MX/MII совместим с технологией MMX. Он поддерживает самые современные MMX-игры и мультимедийное программное обеспечение. Благодаря расширенному модулю управления памятью, внутреннему кэшу объемом 64 Кбайт и другим архитектурным усовершенствованиям, процессор 6x86MX является более эффективным, чем другие.

Характерные особенности процессоров 6x86 перечислены ниже.

- *Суперскалярная архитектура.* Имеется два конвейера, для параллельного выполнения нескольких команд;
- *Предсказание переходов.* С высокой точностью предсказывается, какие команды будут выполнены следующими.
- *Спекулятивное выполнение.* Позволяет рационально использовать конвейеры; благодаря этому средству конвейеры непрерывно, без остановки, выполняют команды (даже после команд ветвления);
- *Средства переупорядочивания команд.* Допускают изменение порядка выполнения команд в конвейере, благодаря чему экономится время, так как не прерывается поток команд программы.

В процессоре 6x86 предусмотрено два кэша: двухпортовый объединенный (универсальный) кэш емкостью 16 Кбайт и 256-байтовый кэш команд. Объединенный кэш дополнен маленьким (емкостью в четверть килобайта) быстродействующим ассоциативным кэшем команд. В процессоре 6x86MX в четыре раза увеличен размер внутреннего кэша (т.е. его объем равен 64 Кбайт), что значительно повысило его эффективность.

В систему команд процессора 6x86MX входят 57 команд MMX, благодаря которым ускоряется выполнение некоторых циклов с большим объемом вычислений в сетевых и мультимедийных приложениях.

Все процессоры 6x86 поддерживают режим System Management Mode (SMM). Это означает, что предусмотрено прерывание, которое может использоваться для управления питанием системы или прозрачной для программного обеспечения эмуляции периферийных устройств ввода-вывода. Кроме того, в 6x86 поддерживается аппаратный интерфейс, который позволяет перевести центральный процессор в режим приостановки, в котором он потребляет меньше энергии.

Процессор 6x86 совместим с программным обеспечением для x86 и всеми популярными операционными системами, включая Windows 95/98, Windows, Windows NT, OS/2, DOS, Solaris, и UNIX. Кроме того, процессор 6x86 сертифицирован компанией Microsoft.

Как и в случае с AMD-K6, системная плата для процессоров 6x86 должна удовлетворять некоторым специфическим требованиям. (На Web-сервере Cyrix имеется список рекомендуемых системных плат.)

При установке или конфигурировании системы с процессором 6x86 необходимо правильно установить тактовую частоту шины системной платы и множитель. Процессоры Cyrix маркируются P-рейтингом, а не истинным значением тактовой частоты.

В следующей таблице приведены тактовые частоты и P-рейтинги процессоров Cyrix 6x86.

Процессор/P-рейтинг	Тактовая частота шины, МГц	Множитель	Фактическая тактовая частота, МГц
6x86-PR120+	50	2x	100
6x86-PR133+	55	2x	110
6x86-PR150+	60	2x	120
6x86-PR166+	66	2x	133
6x86-PR200+	75	2x	150
6x86MX-PR166	60	2.5x	150
6x86MX-PR200	66	2.5x	166
6x86MX-PR233	75	2.5x	188
6x86MX-PR233	66	3.0x	200
6x86MX-PR266	75	3.0x	225
6x86MX-PR266	66	3.5x	233
6x86MX-PR300	75	3.5x	263
6x86MX-PR300	66	4.0x	266

Обратите внимание, что P-рейтинг не совпадает с фактической тактовой частотой микросхемы. Например, микросхема 6x86MX-PR300 работает на тактовой частоте не 300 МГц, а только 263 МГц или 266 МГц (это зависит от тактовой частоты шины системной платы и установки множителя тактовой частоты центрального процессора).

Прежде чем поместить процессор 6x86 на системную плату, необходимо правильно установить напряжение. Обычно, в маркировке на верхней части микросхемы указывается необходимое напряжение. Различные версии процессора 6x86 работают при разном напряжении: 3,52 В (установка VRE), 3,3 В (установка VR) или 2,8 В (MMX). Для версии MMX используется стандартный уровень напряжения 2,8 В, а для схем ввода-вывода — 3,3 В.

Процессоры седьмого поколения P7 (786)

В настоящее время разрабатывается процессор, который имеет кодовое название Merced, или P7.

Как заявила Intel, опытные образцы 64-разрядного процессора Merced появятся в 1999 году; промышленный выпуск запланирован на середину 2000 года. Merced будет первым процессором Intel в серии продуктов с архитектурой IA-64 (64-разрядная архитектура Intel), содержащим новаторские, расширяющие эффективность, архитектурные средства, такие как предсказание и спекулятивное выполнение.

Merced. Процессор Merced все еще далек от промышленного выпуска, однако уже сейчас сделано немало:

- определена 64-разрядная архитектуры системы команд (совместно с Hewlett-Packard);
- завершен фундаментальный проект микроархитектуры;
- завершены разработка функциональной модели и начальное планирование слоев;
- завершен механический и тепловой расчет и выполнена проверка его правильности (совместно с дилерами систем);
- завершено определение технических параметров и началась разработка наборов микросхем системной логики (чипсеты) и других компонентов системы;
- началась разработка 64-разрядных компиляторов и инструментальных пакетов разработки программного обеспечения для IA-64;
- рассмотрены возможности эмуляции программного обеспечения в режиме реального времени для ускорения разработки оптимизированного программного обеспечения для IA-64;
- рассмотрены возможности выполнения нескольких операционных систем в искусственной среде, эмулируемой Merced;
- запланировано подготовить все требуемые компоненты платформы для опытного образца процессора Merced.

Изделия IA-64, как ожидается, расширят возможности архитектуры Intel, что очень важно для реализации высокоэффективных серверов и рабочих станций. Ряд промышленных компаний, среди которых ведущие изготовители рабочих станций и серверов, создатели операционных систем и множество независимых разработчиков программного обеспечения, уже публично заявили о своей поддержке процессора Merced и семейства изделий архитектуры IA-64.

Процессор P7 — это абсолютно новая конструкция; скорее всего, поначалу он будет довольно дорого стоить, а значит, будет применяться только в самых высокоэффективных системах типа файл-серверов или рабочих станций. В Intel предполагают, что к 2004 году P7 станет основным процессором (P6, вероятно, будет использоваться только в дешевых системах). Уже сейчас Intel разрабатывает еще более совершенный процессор семейства P7, который будет значительно быстрее Merced; его производство предполагается начать в 2001 году.

Фирмы Intel и Hewlett-Packard начали разработку процессора P7 еще в 1994 году. Хотя еще точно не известно, каким будет новый центральный процессор, Intel уже представила его характеристики, дабы подготовить промышленность к выпуску. В октябре 1997 года, через

три года с начала работы над созданием новой архитектуры микропроцессора, Intel и Hewlett-Packard официально объявили некоторые технические данные нового процессора.

Merced будет первым микропроцессором, в основу которого положена 64-разрядная архитектура (IA-64). IA-64 — совершенно новая архитектура процессора, в которой используется концепция VLIW (Very Long Instruction Words — очень длинные командные слова), предсказание команд, удаление перехода, спекулятивная загрузка и другие усовершенствованные процессы для увеличения параллелизма программного кода. В новой микросхеме будут содержаться как элементы RISC, так и элементы CISC.

Существует еще одна новая архитектура, которую Intel называет EPIC (Explicitly Parallel Instruction Computing — команды явно параллельных вычислений); это команды, которые заставляют процессор выполнять одновременно несколько команд. В P7 в 128-разрядном слове будут закодированы три команды, и каждая команда будет содержать еще несколько дополнительных битов, в отличие от сегодняшних 32-разрядных команд. Дополнительные биты позволяют адресовать большее количество регистров и используются для управления процедурой параллельного выполнения команд в процессоре. Все это упрощает проектирование процессоров со многими модулями для параллельного выполнения команд и позволяет повысить их тактовую частоту. Другими словами, помимо способности одновременно выполнять несколько отдельных команд внутри процессора, P7 будет иметь возможность связаться с другими микросхемами P7 и создать среду параллельной обработки.

Помимо новых возможностей и абсолютно новой 64-разрядной системы команд, Intel и Hewlett-Packard обещают полную совместимость "вниз" от Merced до нынешнего 32-разрядного программного обеспечения Intel x86 и программного обеспечения PA-RISC фирмы Hewlett-Packard. В P7 будут объединены три различных процессора в одном, а это значит, что P7 сможет одновременно выполнять усовершенствованное "явно параллельное" программное обеспечение с архитектурами IA-64, Windows (с архитектурой IA-32) и программы HP-RISC UNIX. Таким образом, Merced будет поддерживать 64-разрядные команды при сохранении совместимости с сегодняшними 32-разрядными приложениями. Это наверняка будет способствовать увеличению спроса на них.

Чтобы использовать IA-64, понадобится перетранслировать программы для новой системы команд. Подобное требовалось выполнить и в 1985 году, когда Intel представила 80386 — первый 32-разрядный процессор PC. Этот процессор должен был стать платформой для усовершенствованной 32-разрядной операционной системы. Чтобы процессор 386 и последующие 32-разрядные процессоры были приняты рынком, они должны были выполнять 16-разрядный код. Чтобы использовать преимущества 32-разрядных компьютеров, первым из которых был 386-й, необходимо было написать новое программное обеспечение. К сожалению, индустрия создания программного обеспечения развивается намного медленнее, чем индустрия аппаратных средств. Прошло целых 10 лет после появления процессора 386, прежде чем Microsoft выпустила Windows 95 — первую 32-разрядную операционную систему.

В Intel утверждают, что такое не может случиться с P7: Microsoft уже начала работать над 64-разрядной версией Windows NT. Однако, несмотря на это, скорее всего, потребуется несколько лет, чтобы рынок программного обеспечения переориентировался на 64-разрядные операционные системы и 64-разрядное программное обеспечение. Сейчас установлено очень много 32-разрядных процессоров, и обратная совместимость с 32-разрядным режимом позволит P7 быстро выполнять 32-разрядное программное обеспечение, поскольку для этого будут предусмотрены аппаратные средства, а не эмуляция с помощью программного обеспечения.

При изготовлении Merced будет использоваться 0,18-микронная технология, которая более совершенна, чем применяемая сейчас 0,25-микронная. Это позволит уменьшить размер транзистора, а значит, увеличить их количество на кристалле.

Главная цель Intel, ради которой была разработана архитектура IA-64, состоит в том, чтобы создать микросхемы, которые доминировали бы на рынке рабочих станций и серверов и

могли конкурировать с такими микросхемами, как Digital Alpha, Sun Spare и Motorola PowerPC. Microsoft разрабатывает версию Windows NT для P7, а фирма Sun — версию Solaris — (программное обеспечение для операционной системы UNIX). NCR уже объявила, что будет строить Solaris-системы на основе Merced.

Модернизация процессора

При создании процессора 486 и более поздних Intel, учитывая тот факт, что может возникнуть необходимость в наращивании вычислительных возможностей, разработала стандартные гнезда типа Socket, которые подходят для ряда процессоров. Таким образом, если вы имеете системную плату с гнездом типа Socket 3, то можете установить в него фактически любой процессор 486; а если вы имеете системную плату с гнездом типа Socket 7, то можете установить в него любой процессор Pentium.

Чтобы максимально использовать возможности системной платы, вы можете установить самый быстрый процессор, который только поддерживает ваша плата. Обычно это определяется типом гнезда на системной плате. В табл. 3.33 указано, какой (самый быстрый) процессор вы можете установить в конкретный тип гнезда.

Таблица 3.33. Максимальные тактовые частоты процессора для различных типов гнезд

Тип гнезда	Максимальное быстродействие процессора
Socket 1	5x86-133 МГц с преобразователем на 3,3 В
Socket 2	5x86-133 МГц с преобразователем на 3,3 В
Socket 3	5x86-133 МГц
Socket 4	Pentium OverDrive 133 МГц
Socket 5	Pentium MMX 233 МГц или AMD K6 с преобразователем на 2,8 В
Socket 7	Pentium MMX 233 МГц, AMD K6
Socket 8	Pentium Pro OverDrive
Slot 1	Pentium II 333 МГц (для шины с тактовой частотой 66 МГц)
Slot 1	Pentium II 450 МГц (для шины с тактовой частотой 100 МГц)
Slot 2	Pentium II Xeon 450 МГц (для шины с тактовой частотой 100 МГц)

Например, если ваша системная плата имеет гнездо типа Socket 5 для Pentium, то вы можете установить процессор Pentium MMX 233 МГц с преобразователем напряжения 2,8 В или AMD-K6. Если у вас гнездо типа Socket 7, значит, ваша системная плата поддерживает (непосредственно, без каких-либо преобразователей) более низкое напряжение, необходимое, например, для Pentium MMX или AMD-K6.

Вместо того чтобы покупать процессор и преобразователь отдельно, я рекомендую приобрести их в одном модуле, например, в такой компании, как Kingston или Evergreen.

Замена процессора может в некоторых случаях удвоить эффективность системы, например, если Pentium 100 поменять на Pentium MMX 233. Однако, если у вас — Pentium 233, то заменить его вы не сможете, поскольку это — самый быстрый процессор, который можно установить в гнездо типа Socket. В таком случае вам придется полностью заменить системную плату, чтобы установить процессор Pentium II. Если ваш корпус не какой-то особенный и в него можно установить стандартную системную плату с форм-фактором Baby AT или ATX, я

рекомендую заменить системную плату и процессор, а не пытаться найти процессор, который будет работать с вашей платой.

Процессоры OverDrive

Intel заявляет, что в будущем все процессоры могут быть заменены процессором OverDrive. Зачастую OverDrive — это просто версия стандартного процессора в новой упаковке, иногда — с необходимыми преобразователями напряжения и вентиляторами. Как правило, он дороже, чем все остальные процессоры, но иногда при модернизации компьютера имеет смысл устанавливать именно такой процессор.

Установка процессоров OverDrive

Процессор OverDrive можно установить практически в любой компьютер. Основная проблема состоит в выборе подходящего варианта. На сегодняшний день имеются процессоры OverDrive, которыми можно заменить процессоры 486SX и 486DX. В следующей таблице перечислены процессоры OverDrive, которые могут служить для замены процессоров 486 и Pentium.

Название процессора	Заменяет	Тип гнездо	Теплоотвод
486 Pentium OverDrive	486SX/DX/SX2/DX2	Socket 2 или Socket 3	Активный
120/133 Pentium OverDrive	Pentium 60/66	Socket 4	Активный
200 МГц Pentium OverDrive MMX	Pentium 75/90/100	Socket 5 или Socket 7	Активный

Если в компьютере только одно гнездо для процессора, то сначала необходимо вынуть имеющийся процессор, а затем вставить на его место OverDrive. Если на системной плате установлено гнездо типа ZIF, эта операция выполняется очень просто, в другом случае вам понадобятся специальные инструменты.

В комплект для модернизации фирмы Intel входит так называемый *рычажный экстрактор* — инструмент для извлечения из гнезд ИС процессоров. Его нужно просто подложить под корпус ИС с одной стороны и, действуя им, как рычагом, частично вынуть микросхему из гнезда. Такую операцию следует проделать с каждой стороны микросхемы. После этого ИС можно извлечь из компьютера и положить в антистатическую коробку (она также входит в комплект).

После установки микросхемы OverDrive в некоторых компьютерах необходимо изменить положения переключателей или перемычек на системной плате, для того чтобы она могла работать. Если вы имеете систему SX, необходимо также выполнить программу Setup, чтобы записать в память CMOS информацию о наличии математического сопроцессора. (Некоторые системы DX также требуют выполнения программы установки.) В комплект фирмы Intel входит дискета с программой тестирования, которая позволяет проверить правильность установки и функционирования новой микросхемы.

Если проверка прошла успешно, работу можно считать законченной. Никакие программы, выполнявшиеся ранее на вашем компьютере, не нуждаются в дополнительной настройке под новый процессор. Просто после модернизации они будут выполняться примерно вдвое быстрее, чем раньше.

Микросхемы OverDrive (предназначенные для гнезд типов 2–7) практически всегда устанавливаются в гнездо типа ZIF, и для этого не требуются никакие инструменты. В большинстве процессоров и гнезд имеются специальные конфигурационные выводы, при использовании которых исключается необходимость в каких-либо манипуляций с перемычками на системной плате. Однако иногда все-таки приходится переставлять некоторые из них для подгонки гнезда под новый процессор.

Совместимость процессоров OverDrive

Установить OverDrive в большинство старых компьютеров с процессорами 486SX и 486DX, как правило, не составляет труда, хотя бывают, конечно, исключения. Модернизация может быть затруднена (или даже невозможна) в четырех случаях:

- если при работе системной BIOS используются методы, основанные на внутренних задержках в процессоре, которые зависят от его типа;
- отсутствует свободное пространство для теплоотвода ИС OverDrive (при тактовой частоте 25 МГц и выше);
- недостаточно охлаждается компьютер;
- процессор впаян в плату, а не установлен в гнезде.

Иногда возникают проблемы, связанные с компьютерами, модернизация которых возможна лишь теоретически. Одна из причин этого — BIOS, "зашитая" в системном ПЗУ (ROM BIOS). В некоторых компьютерах с процессорами 486 установлены BIOS, согласование операций в которых зависит от временных задержек. Эти задержки, в свою очередь, зависят от того, сколько времени процессор затрачивает на выполнение определенной последовательности команд. Если он вдруг начинает работать в два раза быстрее, временной интервал становится слишком коротким, что приводит к сбоям в работе или аппаратному зависанию компьютера. Эту проблему можно решить, заменив системную BIOS.

Еще одна проблема связана с наличием свободного места в компьютере. Для всех микросхем OverDrive с тактовой частотой 25 МГц и выше необходим теплоотвод, прикрепляемый к корпусу ИС. Его высота колеблется от 0,25 дюйма (6 мм) до 1,2 дюйма (30 мм). В портативных компьютерах свободного места для радиатора может не оказаться. Решают эту проблему в каждом конкретном случае по-разному. В одних случаях для освобождения места достаточно переставить плату расширения или дисковый накопитель, а в других — нужно изменить конструкцию шасси. Иногда, если освободить место не удалось, используют микросхему без теплоотвода. Однако, оторвав приклеенный к микросхеме радиатор, вы, в лучшем случае, лишитесь гарантий фирмы Intel, а в худшем — микросхема или компьютер выйдет из строя из-за перегрева. Поэтому теплоотвод лучше не снимать.

Микросхемы OverDrive могут выделять чуть ли не вдвое больше тепла, чем заменяемые микросхемы. Даже при использовании активного теплоотвода с вентилятором, которым комплектуются некоторые быстродействующие микросхемы OverDrive, иногда воздушного потока оказывается не достаточно для их охлаждения и поддержания температуры в заданном диапазоне. Как правило, эта проблема возникает в портативных компьютерах. К сожалению, выясняется это только экспериментально. Фирма Intel сертифицирует компьютеры разных фирм, выясняя, в какие из них можно установить процессор OverDrive.

Наконец, в некоторых компьютерах микросхемы 486SX и 486DX не установлены в гнездо, а впаяны в системную плату. Иногда это делается для снижения стоимости (гнездо стоит довольно дорого), но чаще — из-за недостатка свободного места. Например, в портативном компьютере IBM P75 отдельный модуль процессора (плата размером с кредитную карточку) вставлен в системную плату. Поскольку модуль CPU расположен очень близко к одному из слотов расширения, процессор был впаян непосредственно в плату модуля. А это значит, что при модернизации заметить такой процессор процессором OverDrive практически невозможно. Чтобы упростить модернизацию портативных компьютеров, сейчас в них применяется модуль Intel Mobile Module.

Фирма Intel опубликовала большой список компьютеров, которые можно модернизировать. Однако есть один важный нюанс: если вашего компьютера нет в списке, вы теряете гарантии на процессор OverDrive. В списке приводятся дополнительные сведения о компьютерах, в которых придется либо модернизировать BIOS, либо переставить перемычки, либо использовать специальную установочную дискету.

После модернизации компьютера лучше всего его протестировать с помощью диагностической программы, например, такой как Norton Utilities, чтобы проверить, что новый процессор работает правильно.

Эталонные тесты процессора

Пользователи обожают знать, насколько "быстрый" у них компьютер. Чтобы помочь им удовлетворить это любопытство, разработаны различные эталонные программы тестирования (для измерения различных параметров эффективности системы и процессора). Хотя никакое число не может полностью отобразить эффективность сложного устройства, такого как процессор или весь ПК, эталонные тесты могут быть полезными средствами сравнения различных компонентов и систем.

Единственно верный и точный способ измерить эффективность системы — проверить ее в работе с приложениями. На производительность одного компонента системы зачастую оказывают влияние другие компоненты системы. Нельзя получить точных цифр, сравнивая системы, которые имеют не только разные процессоры, но и разные объемы или типы памяти, жесткие диски, видеоплаты и пр. Все это влияет на результаты испытаний, и получаемые значения могут сильно отличаться от истинных, если тестирование проводилось неправильно.

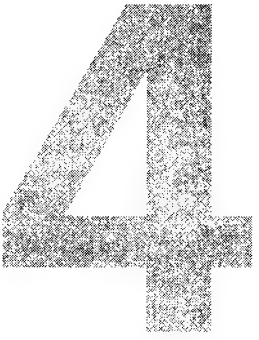
Эталонные тесты бывают двух видов: тесты компонентов или тесты системы. Эталонные тесты компонентов измеряют эффективность специфических частей компьютерной системы, таких как процессор, жесткий диск, видеоплата или дисковод CD-ROM, а эталонные тесты системы — эффективность всей компьютерной системы, выполняющей данное приложение или данный набор тестовых программ.

Эталонные тесты чаще всего выдают только один вид информации. Лучше всего проверить систему, используя ваш собственный набор операционных систем и приложений.

Есть компании, которые специализируются на эталонных тестах и программном обеспечении. В следующей таблице перечислены компании и разработанные ими эталонные тесты.

Компания	Изданные эталонные тесты	Тип эталонного теста
Intel	iCOMP index 2.0	Процессор
Intel	iCOMP index 2.0 Intel Media Benchmark	Система
Business Applications Performance Corporation (BAPCo)	SYSmark/NT	Система
Business Applications Performance Corporation for Windows (BAPCo)	SYSmark/NT, SYSmark95	Система
Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC)	SPECint95	Процессор
Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC)	SPECint95, SPECfp95	Процессор
Ziff-Davis Benchmark Operation	CPUmark32	Процессор
Ziff-Davis Benchmark Operation	Winstone 98	Система
Ziff-Davis Benchmark Operation	WinBench 98	Система
Ziff-Davis Benchmark Operation	CPUmark32, Winstone 98, WinBench 98, 3D WinBench 98	Система
Symantec Corporation	Norton SI32	Процессор
Symantec Corporation	Norton SI32, Norton Multimedia Benchmark	Система

Глава 4
Системные платы



Важнейшим узлом ПК является *системная плата* (*system board*), иначе называемая *материнской платой* (*motherboard*), *основной платой*, *главной платой* (*main board*). В настоящей главе мы рассмотрим типы системных плат и их компоненты.

Форм-факторы системных плат

Системные платы выпускаются в нескольких вариантах. Они отличаются размерами, или форм-факторами. Форм-фактор системной платы определяет тип корпуса, в котором ее можно установить. Существуют такие основные форм-факторы системных плат:

- объединительная плата;
- полноразмерная плата AT;
- Baby-AT;
- LPX;
- ATX;
- NLX.

Baby-AT

Первая объединительная плата PC была установлена в первый IBM PC, выпущенный в 1981 году. В 1983 году IBM выпустила системную плату XT PC с тем же форм-фактором, что и плата PC, но новая плата имела восемь слотов, а не пять; слоты располагались на расстоянии 0,8 дюйма, а не на расстоянии 1 дюйм, как в PC. В XT убрали кассетный порт, который использовался для хранения, программ, написанных на языке BASIC, на кассетной ленте, а не на дорогостоящем (в то время!) дисководе для гибких дискет.

Небольшие отличия в расположении слотов почти не потребовали изменения конструкции корпуса. Объединительные платы стали настолько популярными, что многие изготовители посей день используют их. В компьютере AT IBM применила большую системную плату с большим форм-фактором. Однако благодаря миниатюризации схем удалось уместить все дополнительные цепи 16-разрядного ПК AT на системной плате с форм-фактором, который применялся в XT. Такие платы стали называть Baby-AT.

Размеры платы Baby-AT соответствуют размерам системной платы XT, но крепежные отверстия расположены несколько иначе. Это сделано для того, чтобы данную плату можно было установить в корпус типа AT (рис. 4.1). Расположение разъемов клавиатуры и слотов на этих системных платах также должно соответствовать отверстиям в корпусе. Заметим, что почти во всех полноразмерных платах и платах Baby-AT для подключения клавиатуры используется стандартный 5-контактный разъем DIN. Системные платы Baby-AT можно установить практически в любой корпус, выпущенный до 1996 года (за исключением корпусов с

уменьшенной высотой и Slimline). Именно поэтому они получили такое большое распространение. Однако с середины 1996 года вместо Baby-AT стали чаще использоваться более усовершенствованные системные платы — ATX: эти платы не являются непосредственно взаимозаменяемыми с Baby-AT. В компьютерах последних поколений используется улучшенный вариант ATX.

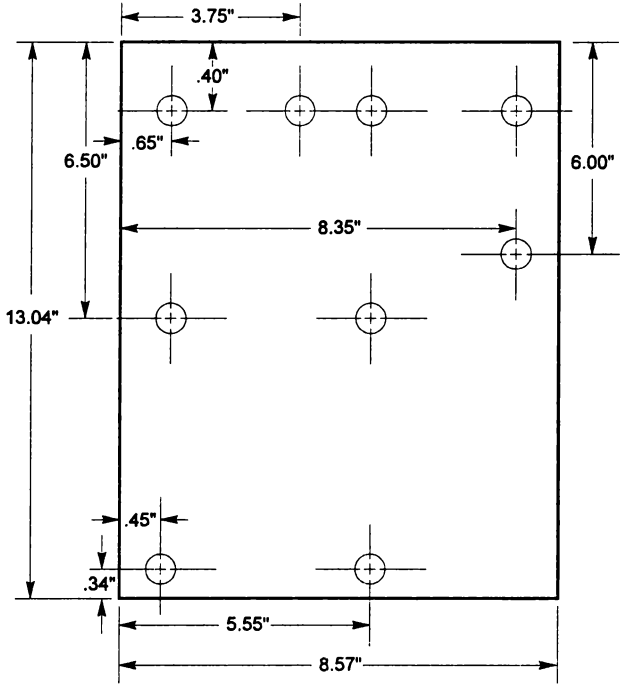


Рис. 4.1. Размеры системной платы Baby-AT

В любой корпус, в который можно установить полноразмерную системную плату, можно установить и Baby-AT. Начиная 1983 года, когда системная плата Baby-AT дебютировала в IBM XT, и до 1996 года, форм-фактор Baby-AT был самым популярным. Системные платы с этим форм-фактором использовались для установки любого процессора — от 8088 до Pentium II. Кроме того, по определению, системы с системными платами Baby-AT являются расширяемыми. Любая системная плата Baby-AT может быть заменена любой другой системной платой Baby-AT.

До 1996 года Baby-AT была, несомненно, самой лучшей системной платой для PC. Конечно, Baby-AT — не марка, а форм-фактор! Но если в вашем компьютере используется системная плата с форм-фактором Baby-AT, через год или еще раньше вы сможете заменить ее новой платой с более быстродействующим процессором. Если вы приобрели систему с каким-нибудь нестандартным форм-фактором, то, когда придет время наращивания вычислительной мощности, у вас могут возникнуть проблемы с заменой платы.

Самый простой способ идентифицировать форм-фактор Baby-AT, не открывая корпус, — рассмотреть корпус сзади. В Baby-AT платы устанавливаются на системную плату перпендикулярно к ней, т.е. слоты в корпусе расположены под углом в 90°. Кроме того, системная плата Baby-AT имеет только один видимый разъем, непосредственно присоединенный к плате; к этому разъему подключается клавиатура. Обычно это полноразмерный 5-штырьковый разъем типа DIN, однако в некоторых Baby-AT используется 6-штырьковый разъем типа min-DIN (иногда называемый разъемом типа PS/2) и даже разъем для мыши. Все другие разъемы установлены на корпусе или на скобах плат и присоединены к системной плате с помощью кабелей.

Полноразмерная плата AT

Плата AT по своим габаритам соответствует системной плате оригинального компьютера IBM AT. Это большая плата размером 12″×13″ (приблизительно 30,5×33 см), разъемы клавиатуры и слотов которой должны совпадать с отверстиями в корпусе.

Через год после начала выпуска плата была немного уменьшена. Затем она была спроектирована повторно, причем IBM уменьшила ее размер так, чтобы ее можно было установить в компьютер XT. Ее форм-фактор назвали XT-286. Именно этот форм-фактор впоследствии стал называться Baby-AT.

Полноразмерная плата помещается только в полноразмерный корпус AT или Tower. Поскольку полноразмерные платы невозможно установить в самых распространенных в настоящее время корпусах Baby-AT и Mini-Tower (по причине уменьшения размеров других узлов), производство таких плат практически прекратилось.

Обратите внимание, что полноразмерную системную плату AT всегда можно заменить платой Baby-AT, но не наоборот, ведь если корпус не достаточно большой, полноразмерная системная плата AT просто не поместится!

LPX

Плата LPX (и Mini-LPX) была разработана фирмой Western Digital в 1987 году. Хотя такие системные платы уже не выпускаются фирмой Western Digital, их конструкции используют некоторые другие производители. Они применяются в широко распространенных в настоящее время корпусах с уменьшенной высотой (типа Slimline). Платы LPX во многом отличаются от остальных. Например, слоты расширения в них смонтированы на отдельной выносной плате, которая вставляется в системную плату. Платы расширения вставляются в выносную плату, и их плоскости оказываются параллельными системной плате, что позволяет уменьшить высоту корпуса компьютера. Слоты расширения в зависимости от конструкции могут располагаться как на одной, так и на обеих сторонах выносной платы. Еще одно отличие плат LPX состоит в том, что все разъемы установлены на задней панели платы. Имеются в виду разъемы для монитора VGA (15 контактов), параллельного порта (25 контактов), двух последовательных портов (по 9 контактов) и разъемов mini-DIN для клавиатуры и мыши стандарта PS/2. Все эти разъемы смонтированы на самой плате и после установки оказываются расположенными напротив соответствующих отверстий в корпусе. На некоторых системных платах LPX устанавливаются дополнительные встроенные разъемы, например для сетевого или SCSI-адаптера. Размеры плат LPX и Mini-LPX показаны на рис. 4.2.

Стандарт LPX, вероятно, по-прежнему будет использоваться в дешевых компьютерах. К сожалению, конструкции компьютеров с платами LPX, производимых разными фирмами, различаются, поэтому могут возникнуть проблемы, связанные с взаимозаменяемостью плат и корпусов. Лучше не приобретайте компьютер LPX, если вы намерены его модернизировать, — найти подходящую плату будет довольно сложно. И, кроме того, выбор плат расширения и дисковых накопителей для таких компьютеров весьма ограничен.

Меня часто спрашивают, как распознать, что система имеет плату LPX? Для этого не нужно даже снимать корпус. Системные платы LPX отличаются тем, что слоты шины в ней вынесены на отдельную плату, подключаемую к системной плате. Поэтому все разъемы платы параллельны системной плате. Это легко определить по виду с тыльной стороны корпуса. Если все разъемы платы параллельны системной плате, значит, используется выносная плата. Это верный признак LPX. Однако выносная плата используется также в платах NLX. Но в LPX выносная плата помещена посередине системной платы, а в NLX — сбоку, причем в NLX выносная плата фактически подключена к системной плате. Кроме того, в LPX все разъемы расположены снизу и выстроены в одну линию.

Поскольку разъемы расположены на задней панели системной платы LPX, то подключить платы расширения непосредственно к системной плате нельзя, именно поэтому и использует-

ся специальная выносная плата. Наличие встроенных разъемов — несомненное удобство LPX, но, к сожалению, оно не применяется в платах Baby-AT. Если бы платы LPX были стандартизованными и полностью взаимозаменяемыми, то удалось бы устранить такой недостаток Baby-AT, как наличие разъемов для плат адаптеров. Этот недостаток был устранен только лишь в 1996 году, когда появился форм-фактор системной платы ATX.

ATX

Новая конструкция ATX была разработана сравнительно недавно. В ней сочетаются наилучшие черты стандартов Baby-AT и LPX и заложены многие дополнительные усовершенствования. По существу, ATX — это "лежащая на боку" плата Baby-AT с измененным разъемом и местоположением источника питания. Главное, что необходимо знать о конструкции ATX, — это то, что она физически несовместима ни с конструкцией Baby-AT, ни с конструкцией LPX. Другими словами, для системной платы ATX нужны особый корпус и источник питания.

Официально спецификация ATX была опубликована фирмой Intel в июле 1995 года. Она была описана как легальная спецификация для промышленности. Intel опубликовала подробные описания, и поэтому другие производители могут использовать конструкцию ATX в своих компьютерах. Такой открытой публикацией Intel фактически создала новый промышленный стандарт ATX.

Конструкция ATX позволила усовершенствовать стандарты Baby-AT и LPX. Вот что имеется в виду.

- *Наличие встроенной двойной панели разъемов ввода-вывода.* На тыльной стороне системной платы есть область с разъемами ввода-вывода шириной 6,25 дюйма и высотой 1,75 дюйма. Это позволяет расположить внешние разъемы непосредственно на плате и исключает необходимость использования кабелей, соединяющих внутренние разъемы и заднюю панель корпуса, как в конструкции Baby-AT.

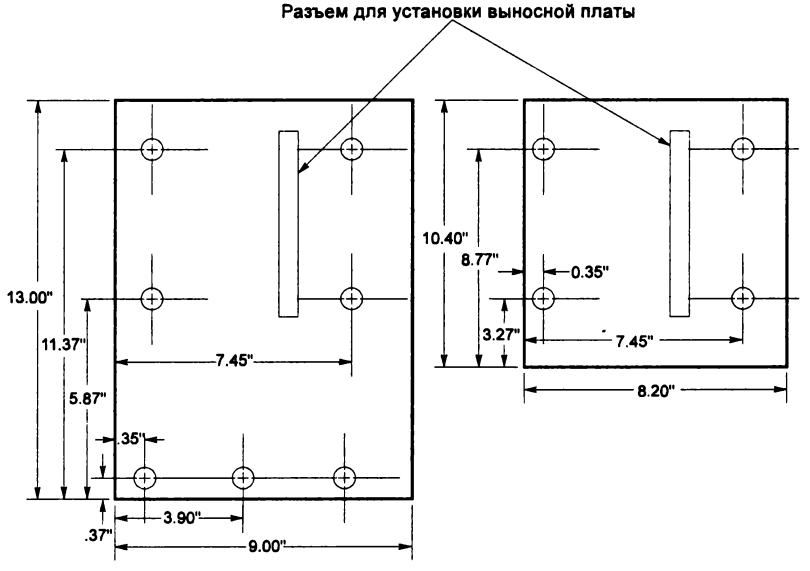
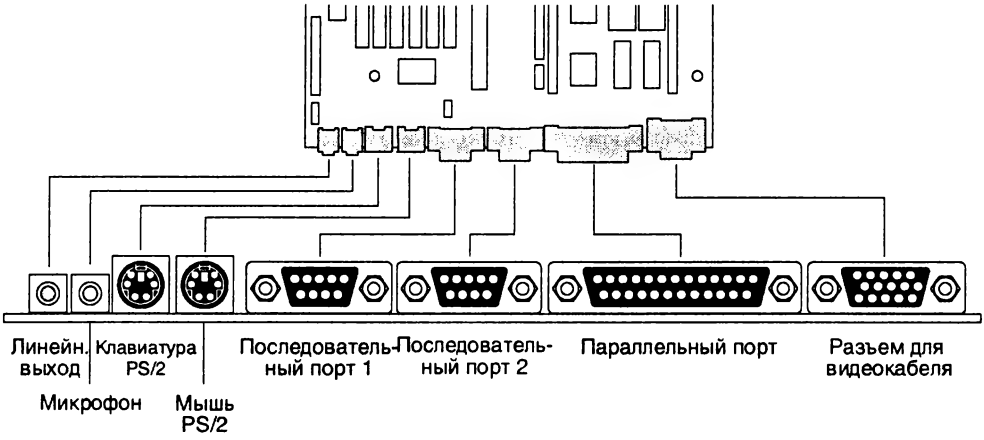


Рис. 4.2. Размеры системных плат LPX и Mini-LPX



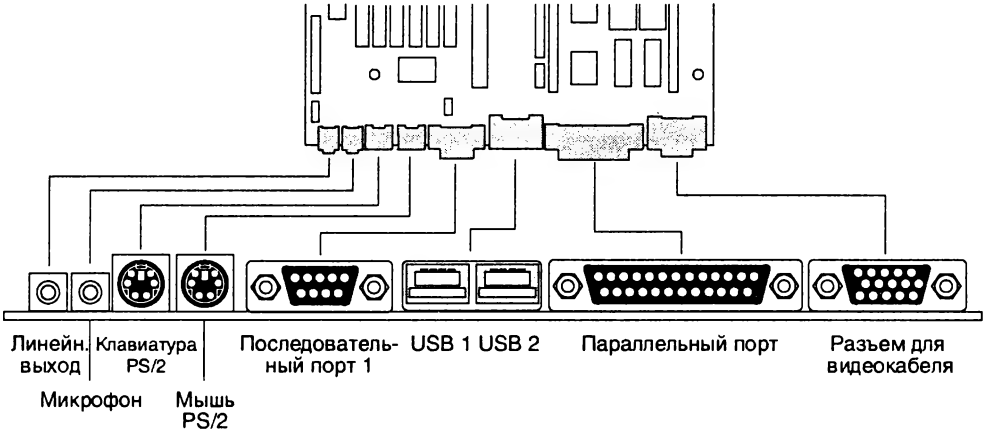


Рис. 4.3. Примерное расположение разъемов на задней панели системной платы LPX

- *Наличие одноключевого внутреннего разъема источника питания.* Это усовершенствование упрощает замену разъемов на источнике питания типа Baby-AT. Спецификация ATX содержит одноключевой разъем источника питания, который легко вставляется и который невозможно установить неправильно. Этот разъем имеет контакты для подвода к системной плате напряжения 3,3 В, а это означает, что для системной платы ATX не нужны встроенные преобразователи напряжения, которые часто выходят из строя.
- *Перемещены процессор и модули памяти.* Изменены места расположения процессора и модулей памяти: теперь они не мешают платам расширения, и их легко заменить новыми, не вынимая при этом ни одного из установленных адаптеров. Процессор и модули памяти расположены рядом с источником питания и обдуваются одним вентилятором, таким образом отпадает необходимость в специальном вентиляторе для процессора, который часто оказывается неэффективным и склонным к поломкам. Есть также место и для большого пассивного теплоотвода.

- *Более удачно расположены внутренние разъемы ввода-вывода.* Внутренние разъемы ввода-вывода для накопителей на гибких и жестких дисках смещены и находятся рядом с этими накопителями, а не под слотами расширения или самими накопителями. Поэтому можно уменьшить длину внутренних кабелей к накопителям, а для доступа к разъемам не нужно убирать одну из плат или накопитель.
- *Улучшено охлаждение.* Процессор и модули памяти охлаждаются тем же вентилятором, что и источник питания. Теперь нет необходимости в отдельном вентиляторе для процессора. Кроме того, в конструкции ATX вентилятор источника питания направляет поток воздуха *внутрь* корпуса, увеличивая в нем давление и *препятствуя* проникновению в компьютер пыли и грязи. Вы можете установить фильтр и сделать компьютер еще более защищенным.
- *Снижение стоимости.* Для конструкции ATX не нужны гнезда кабелей к разъемам внешних портов, встречающихся на системных платах Baby-AT, дополнительный вентилятор для процессора и 3,3-вольтовый стабилизатор на системной плате. В этой конструкции используется один-единственный разъем питания. Кроме того, вы можете укоротить внутренние кабели дисковых накопителей. Все это существенно уменьшает стоимость не только системной платы, но и всего компьютера, включая стоимость корпуса и источника питания.

Замечание

Обратите внимание, что некоторые сборщики компьютеров все еще устанавливают вентилятор центрального процессора даже в системы ATX, поскольку Intel поставляет процессоры вместе с высококачественными вентиляторами на шариковых подшипниках. Это — так называемые „боксированные" процессоры, поскольку они продаются в отдельных корпусах, а не в рулонах по 100 или более центральных процессоров. Intel устанавливает вентиляторы для подстраховки, потому некоторые сборщики систем не вникают в детали расчета и измерения распределения температур, и не проводят тестирование в объеме, достаточном для правильного выбора размера устанавливаемого пассивного теплоотвода (радиатора). Устанавливая вентилятор на этих „боксированных" процессорах, Intel страхует процессор от перегрева, поскольку вентилятор гарантирует адекватное охлаждение центрального процессора. Крупные же сборщики систем, правильно выбирая соответствующий пассивный теплоотвод (радиатор), уменьшают стоимость системы и увеличивают ее надежность.

На рис. 4.4 показаны особенности конструкции компьютера с платой ATX. Системная плата не прикрывается дисковыми накопителями, и такие детали, как процессор, память и внутренние разъемы, легко доступны и не мешают доступу к слотам шины. Обратите внимание также на ориентацию источника питания и единственный вентилятор источника питания, который направляет воздушный поток на самые тепловыделяющие элементы — CPU и модули памяти.

Системная плата ATX, по сути, представляет собой конструкцию Baby-AT, перевернутую на бок. Слоты расширения параллельны более короткой стороне и не мешают гнездам процессора, памяти и разъемам ввода-вывода. Кроме полноразмерной схемы ATX, фирма Intel описала конструкцию mini-ATX, которая будет размещаться в таком же корпусе. Отверстия в корпусе располагаются так же, как и в Baby-AT. (В будущем, возможно, будут разработаны корпуса, поддерживающие конструкции и ATX, и Baby-AT.) Для источников питания необходим сменный разъем, но основная конструкция источника питания ATX аналогична конструкции стандартного источника питания Slimline. Размеры материнских плат ATX и mini-ATX показаны на рис. 4.5.

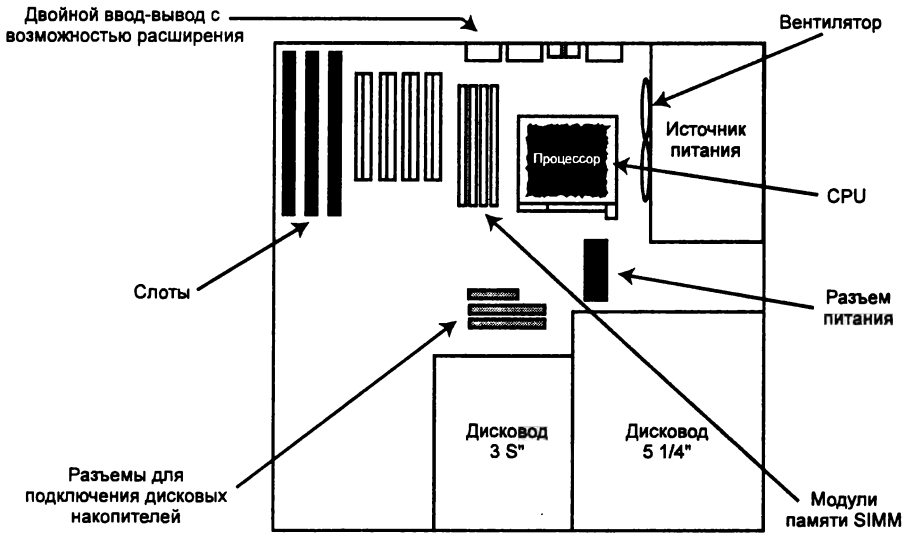


Рис. 4.4. Схема и характерные особенности компьютера ATX

В будущем, скорее всего конструкция ATX распространится более широко, но пока из-за проблем, связанных с совместимостью с предыдущими моделями компьютеров, все еще используется конструкция Baby-AT. Но я не рекомендовал бы собирать или покупать компьютер с системной платой Baby-AT, поскольку возможности модернизации при этом будут очень ограничены. Я советовал бы приобретать компьютеры только с системными платами ATX.

Не снимая кожуха компьютера, можно определить, имеет ли установленная в нем плата форм-фактор ATX. Обратите внимание на заднюю панель системного блока. Есть две отличительных черты ATX. Первая: все разъемы плат расширения подключены непосредственно к системной плате; нет никаких выносных плат, как у LPX или NLX. Разъемы перпендикулярны к плоскости системной платы. Вторая: платы ATX имеют уникальную платформу удвоенной высоты для всех встроенных разъемов на системной плате (рис. 4.6).

NLX

Последней разработкой в области системных плат для настольных ПК стала технология NLX, и, возможно, именно она окажется ведущей технологией в ближайшем будущем. Платы этого стандарта на первый взгляд напоминают платы LPX, но на самом деле они куда более совершенные. Если на платы LPX нельзя установить самые новые процессоры из-за их крупных размеров и повышенного тепловыделения, то в разработке NLX эти препятствия полностью устранены.

Ниже описаны основные достоинства этого нового стандарта.

- *Поддержка современных процессорных технологий.* Это особенно важно для систем с процессором Pentium II, поскольку размер его корпуса SEC (Single Edge Contact — корпус с односторонним контактом) практически не позволяет устанавливать этот процессор на платах Baby-AT и LPX.
- *Гибкость по отношению к быстро изменяющимся процессорным технологиям.* Идея гибких систем с объединительной платой нашла новое воплощение в конструкции плат NLX, установить которые можно быстро и легко, не разбирая при этом всю систему на части. Но в отличие от традиционных систем с объединительными платами, новый стандарт NLX поддерживают такие лидеры компьютерной индустрии, как AST, Digital, Gateway, Hewlett-Packard, IBM, Micron, NEC и др.

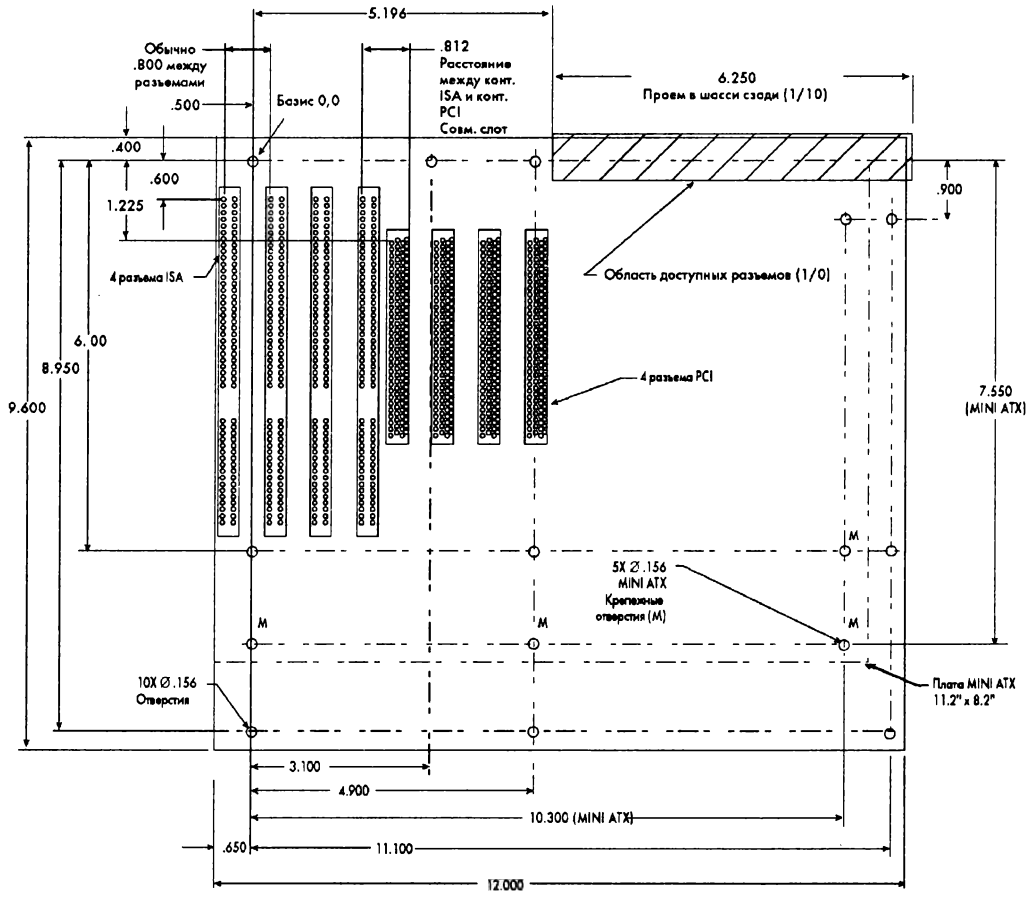
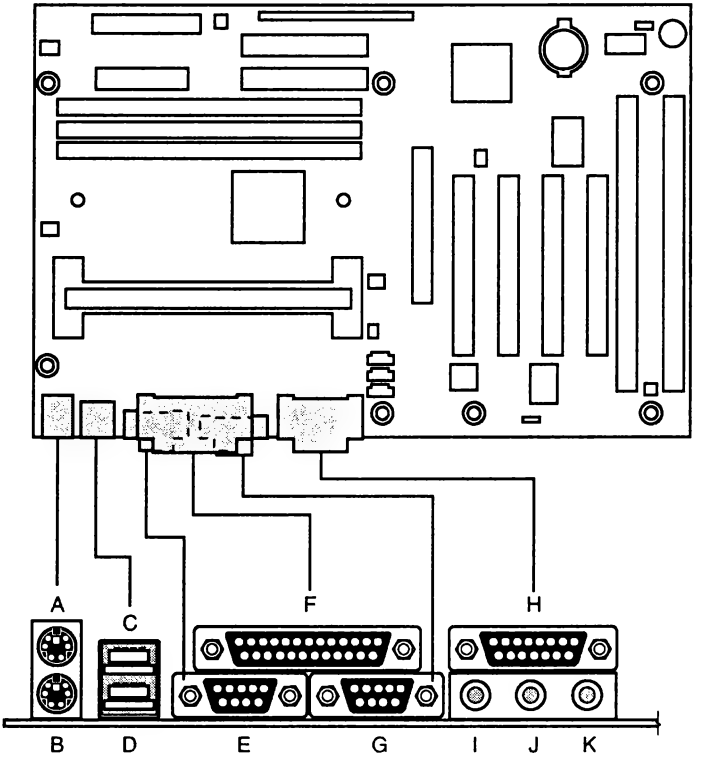


Рис. 4.5. Спецификации платы ATX версии 2.01

- *Поддержка других новых технологий.* Речь здесь идет о таких высокопроизводительных решениях, как AGP (Accelerated Graphics Port — ускоренный графический порт), USB (Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина), технология больших модулей памяти и DIMM. А в ответ на всевозрастающую роль мультимедиа-приложений разработчики встроили в новую системную плату еще и поддержку таких возможностей, как воспроизведение видеоролика, расширенные средства для обработки графики и звука. И если в прошлом использование мультимедиа-технологий означало дополнительные затраты на различные дочерние платы, то теперь необходимость в них отпала.

Системная плата NLX и платы ввода-вывода (располагающиеся, как и в конструкции LPX, параллельно системной) теперь легко вставляются и вынимаются, при этом другие платы, в том числе и расположенные вертикально, остаются нетронутыми (рис. 4.7). Легче стало добираться и к самому процессору, который охлаждается теперь гораздо лучше, чем в системах с близко расположенными компонентами. Поддержка плат расширения различного размера позволяет выпускать системы различных модификаций. Размеры платы NLX показаны на рис. 4.8.



A	Клавиатура или мышь PS/2	G	Последовательный порт B
B	Клавиатура или мышь PS/2	H	Порт MIDI или игровой (необязат.)
C	Порт USB 1	I	Лин. вых. аудио (необязат.)
D	Порт USB 0	J	Лин. вх. аудио (необязат.)
E	Последовательный порт A	K	Микрофон (необязат.)
F	Параллельный порт		

Рис. 4.6. Типичное расположение разъемов на плате ATX (вид сзади)

Стандарт NLX обеспечивает максимальную гибкость систем и оптимальное использование свободного пространства. Даже самые длинные платы ввода-вывода устанавливаются без труда, и при этом не задеваются никакие другие системные компоненты, что было настоящей проблемой для компьютеров типа Baby-AT.

Вполне вероятно, что вскоре стандарты ATX и NLX будут использоваться в большинстве систем. И тем, для кого важна возможность модернизации, системы типа LPX я покупать не рекомендую, поскольку выбор подходящих для них системных плат очень мал, а количество слотов расширения и отсеков для накопителей ограничено. И хотя в настоящее время системы типа Baby-AT все еще считаются достаточно гибкими, уже сейчас очевидно, что будущее за конструкциями ATX и NLX.

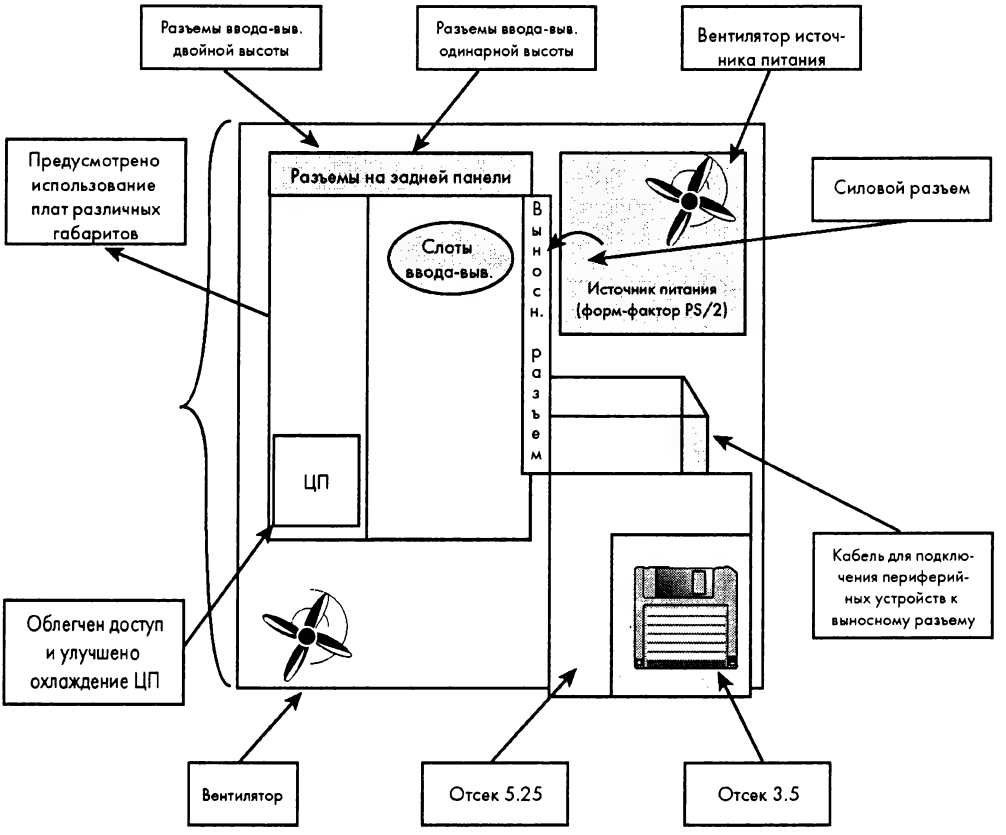


Рис. 4.7. Расположение компонентов в корпусе NLX

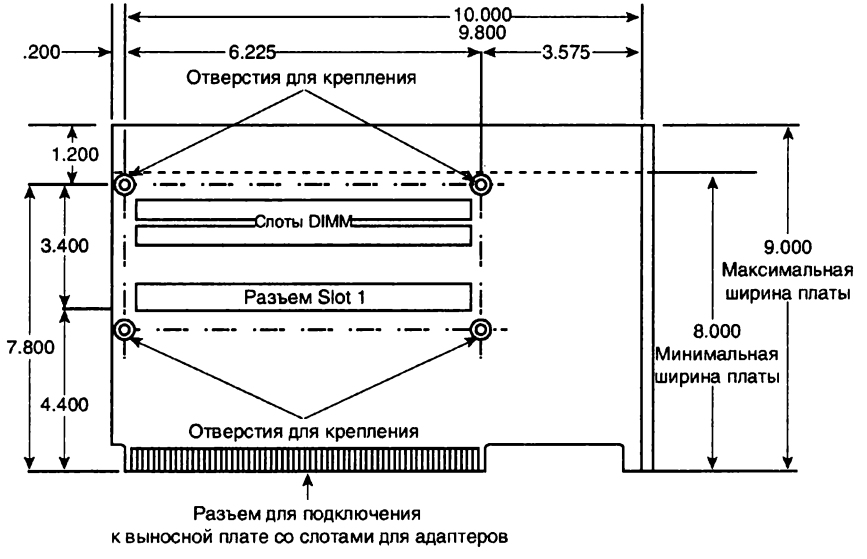


Рис. 4.8. Форм-фактор NLX. Здесь показана плата NLX длиной 10 дюймов. В спецификации NLX также предусмотрены версии длиной 11,2 и 13,6 дюйма

Системные платы оригинальной разработки

Системные платы, которые не обладают одним из стандартных форм-факторов, таким как полноразмерный AT, Baby-AT, ATX или NLX, называются системными платами оригинальной разработки. Пользователи при покупке ПК должны избегать системных плат нестандартных конструкций, поскольку в них не предполагается возможность замены системной платы, источника питания или корпуса, что значительно ограничивает возможности модернизации компьютера. Компьютеры с такими платами также трудно ремонтировать. Проблема состоит в том, что комплектующие для замены можно достать только у изготовителя системы, а они обычно стоят во много раз дороже, чем стандартные. По истечении срока гарантии систему с такой платой не стоит восстанавливать. Если системная плата выйдет из строя, дешевле купить новую стандартную систему целиком, поскольку такая плата будет стоить в пять раз дороже, чем новая стандартная системная плата. Кроме того, новая системная плата со стандартным форм-фактором, скорее всего, будет более быстродействующей заменяемой.

Системная плата LPX часто берется за основу при создании систем оригинальной разработки. Системы такого типа продают Compaq и Packard Bell.

Некоторые производители стремятся создать компьютеры, которые были бы максимально несовместимыми с компьютерами других фирм. В этом случае детали, необходимые для ремонта или модернизации, можно приобрести только у самого производителя, а цены на них существенно выше, чем на соответствующие детали стандартной PC-совместимой системы. Если, например, выйдет из строя системная плата в компьютере класса AT (или в PC любого другого класса, использующего системную плату и корпус типа Baby-AT), можно найти сколько угодно системных плат подходящей конструкции с разными процессорами и быстродействием по вполне приемлемым ценам. Если же выйдет из строя системная плата в одном из новейших компьютеров фирм IBM, Compaq, Hewlett-Packard, Packard Bell или в другом ПК уникальной конструкции, придется обращаться к фирме-производителю. При этом у вас практически не будет возможности подобрать плату с более качественным процессором, чем тот, который был у вас. Другими словами, модернизация и ремонт подобных компьютеров сложны и, как правило, невыгодны.

Компьютеры, продаваемые ведущими фирмами, такими как Dell, Gateway и Micron имеют стандартный форм-фактор ATX, и поэтому с их модернизацией не возникнет проблем в будущем. Форм-фактор ATX позволяет легко заменить системную плату, источник питания и другие компоненты, причем найти новые компоненты вы сможете не только у производителей первоначальной системы.

Объединительные платы

Системные (материнские) платы в полном смысле этого слова установлены не во всех компьютерах. В некоторых системах те компоненты, которые обычно находятся на системной плате, устанавливаются в плату расширения. В таких компьютерах главная плата со слотами называется *объединительной платой*. А использующие такую конструкцию компьютеры называются *компьютерами с объединительной платой*.

Системы с объединительными платами бывают двух основных типов: *пассивные* и *активные*. Пассивные объединительные платы вообще не содержат никакой электроники, кроме разве что разъемов шины и нескольких буферов и драйверных схем. Все остальные схемы обычных системных плат размещены на платах расширения. Есть пассивные системы, в которых вся системная электроника находится на единственной плате расширения. Практически эта плата является настоящей системной, но она должна быть вставлена в слот на пассивной объединительной плате. Такая конструкция была разработана для того, чтобы модернизировать систему и заменять в ней любые платы было как можно проще. Но из-за высокой стоимости системных плат нужного типа, подобные конструкции очень редко встречаются в

персональных компьютерах. А вот в промышленных системах пассивные объединительные платы очень популярны. И еще их можно встретить в некоторых мощных серверах.

Активные объединительные платы содержат схемы управления шиной и множество других компонентов. На большинстве таких плат содержится вся электроника обычной системной платы, нет только процессорного комплекса. *Процессорным комплексом* называют ту часть схемы платы, которая включает сам процессор и непосредственно связанные с ним компоненты, такие как тактовый генератор, кэш и т.д. Если процессорный комплекс расположен на отдельной плате, то упрощается операция замены процессора более новым. Ведь в такой системе достаточно заменить только эту плату, менять же системную плату не обязательно. Получается, что у вас как бы модульная системная плата с заменяемым процессорным комплексом. Большинство современных ПК с объединительной платой используют именно активную плату с отдельным процессорным комплексом. Фирмы Compaq и IBM используют такую конструкцию в своих самых мощных системах серверного класса. Активные объединительные платы позволяют легко и с наименьшими затратами выполнять модернизацию систем, поскольку плата процессорного комплекса гораздо дешевле системной. К сожалению, интерфейс процессорных комплексов до сих пор не стандартизирован, поэтому такие платы рекомендуется покупать только у производителя системы. Это сужает рынок и, естественно, приводит к росту цен, так что в результате полная системная плата другого производителя может оказаться даже дешевле.

Обе конструкции имеют свои преимущества и недостатки. В конце 70-х в большинстве ПК известных производителей использовались объединительные платы. Позже Apple и IBM перешли к системным платам, поскольку при их массовом производстве такая конструкция оказалась дешевле. Однако, теоретически, преимуществом систем с объединительной платой остается то, что их легче модернизировать до нового процессора и нового уровня производительности (для этого требуется заменить только лишь небольшую второстепенную плату). В компьютерах с системной платой для замены процессора часто приходится менять всю системную плату, что гораздо сложнее. Однако модернизация систем с объединительной платой может обойтись гораздо дороже.

Еще один гвоздь в гроб систем с объединительной платой забили модернизируемые процессоры. Все процессоры 486, Pentium, Pentium MMX и Pentium Pro фирмы Intel могут быть заменены более быстрыми процессорами, называемыми обычно *OverDrive*. Конечно, модернизация компьютера будет и более дешевой, и более простой, если вместо замены системной платы, заменить только сам процессор более быстрым и современным.

Из-за ограниченного выбора плат с процессорным комплексом они в конечном счете оказываются дороже стандартных системных плат.

Компоненты системной платы

В современную системную плату встроены различные компоненты, такие как гнезда процессоров, слоты, разъемы и микросхемы. В этом разделе будут описаны компоненты типичной системной платы.

На самых современных системных платах содержатся следующие компоненты:

- гнездо для процессора;
- набор микросхем системной логики (чипсет);
- микросхема (чип) Super I/O;
- базовая система ввода-вывода;
- гнезда модулей памяти SIMM/DIMM;
- слоты шины;

- преобразователь напряжения для центрального процессора;
- батарея.

Эти компоненты обсуждаются далее.

Гнезда для процессоров

Центральные процессоры (до Pentium Pro включительно) устанавливаются в гнездо типа Socket. Для установки процессоров Pentium II и последующих необходим специальный разъем (слот), в который устанавливается плата процессора (картридж).

Intel разрабатывает такие процессоры (начиная с процессора 486), что пользователь может их устанавливать и заменять самостоятельно. Были разработаны стандарты для гнезд типа Socket, в которые можно установить различные модели конкретного процессора. Каждый тип гнезда Socket или Slot имеет свой номер. На любой системной плате имеется гнездо типа Socket или типа Slot; по номеру можно точно определить, какие типы процессоров могут быть установлены в данное гнездо.

Гнезда для процессоров до 486-го не были пронумерованы; их взаимозаменяемость ограничена. В табл. 4.1 указаны микросхемы, которые можно установить в различные гнезда типа Socket или Slot.

Таблица 4.1. Технические данные гнезд для центрального процессора

Тип гнезда	Количество контактов	Расположение контактов	Напряжение, В	Устанавливаемые процессоры
Socket 1	169	17x1 7 PGA	5	486 SX/SX2, DX/DX2*, DX4 OverDrive
Socket 2	238	19x19 PGA	5	486 SX/SX2, DX/DX2*, DX4 OverDrive, 486 Pentium OverDrive
Socket 3	237	19x19 PGA	5/3,3	486 SX/SX2, DX/DX2, DX4, 486 Pentium OverDrive, 5x86
Socket 4	273	21x21 PGA	5	Pentium 60/66, OverDrive
Socket 5	320	37x37 SPGA	3,3/3,5	Pentium 75-133, OverDrive
Socket 6**	235	19x19 PGA	3.3	486 DX4, 486 Pentium OverDrive
Socket 7	321	37x37 SPGA	VRM	Pentium 75-266+, MMX, OverDrive, 6x86, K6
Socket 8	387	dual pattern SPGA	Auto VRM	Pentium Pro
Slot 1	242	SEC/SEPP Slot	Auto VRM	Pentium II MMX, Pentium II Celeron
Slot 2	неприменимо	SEC Slot	Auto VRM	Pentium II Xeon

* *Процессоры DX4 (не OverDrive) иногда поставляются вместе с преобразователем напряжения на 3,3 В.*

** *Стандарт гнезда типа Socket 6 фактически никогда не применялся.*

PGA — Pin Grid Array.

SPGA — Staggered Pin Grid Array.

VRM — Voltage Regulator Module (Модуль преобразователя напряжения).

SEC — Single Edge Contact cartridge (Корпус с односторонним контактом).

SEPP — Single Edge Processor Package (Pentium II без пластмассового картриджа).

Наборы микросхем системной логики (чипсеты)

Чтобы заставить компьютер работать, на первые системные платы PC IBM пришлось установить много микросхем дискретной логики. Кроме процессора, на системную плату пришлось установить много других компонентов, таких как генератор тактовой частоты, контроллер шины, системный таймер, контроллеры прерываний и контроллер прямого доступа к памяти, память CMOS, часы и контроллер клавиатуры. Наконец, чтобы обеспечить работу установленных компонентов, понадобился еще ряд микросхем, а также процессор, математический сопроцессор (модуль для выполнения операций над числами с плавающей запятой) и память. В табл. 4.2 перечислены все первичные компоненты, использовавшиеся в оригинальных системных платах PC/XT и AT.

Таблица 4.2. Компоненты системных плат

Назначение микросхемы	Версия PC/XT	Версия AT
Процессор	8088	80286
Математический сопроцессор (модуль для выполнения операций над числами с плавающей запятой)	8087	80287
Генератор тактовой частоты	8284	82284
Контроллер шины	8288	82288
Системный таймер	8253	8254
Контроллер прерываний низкого уровня	8259	8259
Контроллер прерываний высокого уровня	нет	8259
Контроллер прямого доступа к памяти низкого уровня	8237	8237
Контроллер прямого доступа к памяти высокого уровня	Нет	8237
Память CMOS и часы	Нет	MC146818
Контроллер клавиатуры	8255	8042

Все эти компоненты изготавливались Intel или по лицензии Intel, за исключением микросхемы CMOS с часами, которая поставлялась фирмой Motorola. Всего на плате размещалось до сотни логических микросхем, и поэтому места для размещения микросхем, выполняющих дополнительные функции, на них не оставалось.

В 1986 году компания Chips and Technologies представила революционный компонент, названный 82C206, который и стал основной частью первого набора микросхем системной логики системной платы PC. Эта единственная микросхема выполняла все основные функции микросхем системной платы в компьютерах, совместимых с AT, а именно: функции генератора тактовой частоты (микросхема 82284), контроллера шины (микросхема 82288), системного таймера (микросхема 8254), двух контроллеров прерываний (микросхема 8259), двух контроллеров прямого доступа к памяти (микросхема 8237) и даже микросхемы CMOS и часов (микросхема MC146818). Кроме процессора, все основные компоненты системной платы PC были заменены одной микросхемой. Четыре дополнительные микросхемы использовались

в качестве буферов и контроллеров памяти и, таким образом, увеличивали возможности 82C206. На системной плате было всего пять микросхем. Этому набору микросхем системной логики фирма Chips and Technologies присвоила название CS8220. Это был революционный шаг в производстве системных плат для PC. Не только значительно уменьшилась стоимость системной платы и упростилась ее конструкция, но и появилась возможность реализации функций, для которых прежде устанавливались платы расширения. Позже четыре микросхемы, установленные дополнительно к 82C206, были заменены новым набором, состоявшим только из трех микросхем, и весь этот набор назывался чипсетом New Enhanced AT (NEAT) CS8221. А еще через некоторое время появился набор микросхем системной логики 82C836 Single Chip AT (SCAT), который состоял всего из одной микросхемы.

Идея набора микросхем системной логики (чипсет) была быстро поддержана и другими изготовителями микросхем. Компании Acer, Erso, Opti, Suntac, UMC, VLSI и другие стремились захватить свою долю рынка. К сожалению, у многих из них положение на рынке наборов микросхем системной логики было неустойчивым; цены быстро менялись, и многие компании потерпели неудачу. Например, в 1993 году компания VLSI доминировала на рынке наборов микросхем системной логики, а на следующий год чуть не стала банкротом. В 1994 году на рынке появился новый изготовитель наборов микросхем системной логики — Intel. Через год эта компания уже полностью контролировала рынок. Большинство системных плат в настоящее время имеет набор микросхем системной логики, разработанный компанией Intel. У Intel на сегодняшний день немного конкурентов на рынке наборов микросхем системной логики, а те, что есть, производят чипсеты для дешевых компьютеров. Среди этих компаний можно назвать такие, как ALi (Acer Laboratories, Inc.), VIA Technologies и SiS (Silicon integrated Systems). Chips and Technologies выжила благодаря тому, что нашла свою нишу на рынке видеоплат для портативных компьютеров. В 1998 году Intel перекупила эту компанию, чтобы внедриться на рынок видеоплат.

Наборы микросхем системной логики фирмы Intel

В настоящее время Intel производит и продает более чем 90% всех представленных на рынке наборов микросхем системной логики. Так, наборы микросхем системной логики для Pentium II производятся только компанией Intel. А все началось с того, что в 1989 году Compaq разработала шину EISA. В то время считалось, что шина EISA станет стандартом. Однако Compaq отказалась предоставить кому бы то ни было свой набор микросхем системной логики для этой шины (т.е. набор микросхем, необходимых для функционирования этой шины на системной плате). Именно тогда в Intel было принято решение поставлять наборы микросхем системной логики для сборщиков ПК на основе системных плат EISA. Шина EISA не принесла большого успеха, но Intel приобрела опыт разработки набора микросхем системной логики. Когда был создан процессор 486, Intel пришлось ожидать, пока другие компании разработают для него набор микросхем системной логики. (Ведь Intel не могла продавать процессоры без системных плат для них.) В 1993 году при разработке процессора Pentium компания Intel учла прежний опыт, и процессор был выпущен одновременно с набором микросхем системной логики.

С тех пор Intel одновременно с новыми процессорами представляет новые наборы микросхем системной логики. А успехи в разработке наборов микросхем системной логики побудили эту компанию сделать еще один шаг — изготавливать системные платы для ПК. Теперь создание всех необходимых компонентов — новых процессоров, наборов микросхем системной логики и системных плат — завершается одновременно. В день, когда был представлен процессор Pentium II, для него были готовы и новый набор микросхем системной логики, и системные платы. В этот же день вы могли заказать в компании Gateway или Dell компьютер с новыми процессором, набором микросхем системной логики и системной платой.

Модели наборов микросхем системной логики фирмы Intel. Ниже приведен шаблон нумерации наборов микросхем системной логики фирмы Intel:

Номер набора микросхем системной логики (чипсет)	Поколение процессора
420xx	P4 (486)
430xx	P5 (Pentium)
440xx	P6 (Pentium Pro/Pentium II)
450xx	P6 Server (Pentium Pro/Pentium II Xeon)

Сейчас для Pentium II широко используется набор микросхем системной логики 440BX, который состоит из двух компонентов: 82443BX North Bridge и 82371EX South Bridge. По номеру на большей микросхеме системной платы вы можете идентифицировать набор микросхем системной логики.

Большинство наборов микросхем системной логики фирмы Intel (и ее конкурентов) имеют двухуровневую архитектуру, и состоят из двух блоков: North Bridge и South Bridge. North Bridge — основной блок набора микросхем системной логики, в него включен интерфейс между процессором и остальной частью системной платы. Номер на микросхеме North Bridge и определяет номер набора микросхем системной логики. Например, если на микросхеме North Bridge указан номер 82443BX, то набор микросхем системной логики будет иметь номер 440BX.

North Bridge содержит кэш, контроллеры оперативной памяти и интерфейс между быстродействующей шиной процессора (33 МГц, 50 МГц, 66 МГц или 100 МГц), шиной PCI (Peripheral Component Interconnect, 33 МГц) и шиной ускоренного графического порта AGP (Accelerated Graphics Port, 66 МГц). North Bridge в более современных наборах микросхем системной логики фирма Intel часто называет PAC (PCI/AGP Controller). North Bridge, по существу, является главным компонентом системной платы; это — единственная схема системной платы (помимо процессора), которая обычно работает на полной тактовой частоте системной платы (на частоте шины процессора). В самых современных наборах микросхем системной логики схема North Bridge реализована на одном кристалле — раньше требовалось до трех микросхем для реализации схемы North Bridge.

South Bridge — компонент в наборе микросхем системной логики с более низким быстродействием; он всегда находился на отдельной микросхеме. Одна и та же микросхема South Bridge может использоваться в различных наборах микросхем системной логики. (Различные типы схем North Bridge, как правило, разрабатываются с учетом того, чтобы мог использоваться один и тот же компонент South Bridge.) Благодаря модульной конструкции набора микросхем системной логики стало возможным снизить стоимость и расширить поле деятельности для изготовителей системных плат. South Bridge подключается к шине PCI (33 МГц) и содержит интерфейс шины ISA (8 МГц). Кроме того, обычно она содержит две схемы, реализующие интерфейс контроллера жесткого диска IDE и интерфейс USB (Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина), а также схемы, реализующие функции памяти CMOS и часов. South Bridge содержит также все компоненты, необходимые для шины ISA, включая контроллер прямого доступа к памяти и контроллер прерываний.

Теперь перейдем к рассмотрению отдельных наборов микросхем системной логики фирмы Intel.

Первые наборы микросхем системной логики 386/486 фирмы Intel

Первый набор микросхем системной логики 82350 предназначался для процессоров 386DX и 486. Этот набор микросхем системной логики успеха не имел — шина EISA не получила широкого распространения. Однако последующие наборы микросхем системной логики для процессора 486 были намного более удачливыми. В табл. 4.3 перечислены наборы микросхем системной логики для процессора Intel 486.

Таблица 4.3. Наборы микросхем системной логики для системной платы Intel 486

Набор микросхем системной логики (чипсет)	420TX	420EX	420ZX
Кодовое название	Saturn	Aries	Saturn II
Дата представления	Ноябрь 1992	Март 1994	Март 1994
Процессор	5 В, 486	5 В/3,3 В, 486	5 В/3,3 В, 486
Тактовая частота шины	До 33 МГц	До 50 МГц	До 333 МГц
Поддержка SMP (два процессора)	нет	нет	нет
Тип памяти	FPM	FPM	FPM
Контроль четности или ECC	Контроль четности	Контроль четности	Контроль четности
Максимальный объем памяти	128 Мбайт	128 Мбайт	160 Мбайт
Тип кэша второго уровня (L2)	Async	Async	Async
Поддержка PCI	2.0	2.0	2.1
Поддержка AGP	нет	нет	нет

SMP (Symmetric Multi-processing). Симметричная двухпроцессорная обработка.

FPM — память типа Fast Page Mode.

AGP — Accelerated Graphics Port.

Замечание: Стандарт PCI 2.1 поддерживает параллельное выполнение операций на шине PCI.

Intel довольно успешно справилась с разработкой наборов микросхем системной логики для процессора 486. Уже тогда была разработана двухуровневая организация набора. А две главные составляющие — North Bridge и South Bridge — используются в наборах для всех процессоров Intel (486, Pentium, Pentium Pro и Pentium II).

Наборы микросхем системной логики пятого поколения процессоров (P5 Pentium)

Одновременно с появлением процессора Pentium в марте 1993 года Intel представила свой первый набор микросхем системной логики 430LX (под кодовым названием Mercury) для Pentium. Именно в этот год Intel серьезно занялась проектированием наборов микросхем системной логики и приложила все усилия, чтобы стать лидером на рынке. И поскольку у других производителей проектирование наборов микросхем системной логики занимало месяцы, а то и год, очень скоро Intel добилась своей цели. В табл. 4.4 перечислены наборы микросхем системной логики Intel для системных плат Pentium.

Таблица 4.4. Наборы микросхем системной логики Intel для системных плат Pentium

Набор микросхем системной логики	430LX	430NX	430FX	430MX	430HX	430VX	430TX
Кодовое название	Mercury	Neptune	Triton	Mobile Triton	Triton II	Triton III	нет
Дата представления	Март 1993	Март 1994	Январь 1995	Октябрь 1995	Февраль 1996	Февраль 1996	Февраль 1997
Тактовая частота шины, МГц	66	66	66	66	66	66	66
Центральный процессор	P60/66	P75 +	P75 +	P75 +	P75 +	P75 +	P75 +
SMP (два центральных процессора)	нет	есть	нет	нет	есть	нет	нет
Типы памяти	FPM	FPM	FPM/EDO	FPM/EDO	FPM/EDO	FPM/EDO /SDRAM	FPM/EDO/SDRAM
Контроль четности или ECC	Контроль четности	Контроль четности	нет	нет	оба	нет	нет
Максимальный объем памяти, Мбайт	192	512	128	128	512	128	256
Максимальный кэшируемый объем памяти, Мбайт	192	512	64	64	512	64	64
Тип кэша второго уровня (L2)	Async	Async	Async/Pburst	Async/Pburst	Async/Pburst	Async/Pburst	Async/Pburst
Поддержка PCI	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1
Поддержка AGP	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
South Bridge	SIO	SIO	PIIX	MPIIX	PIIX3	PIIX3	PIIX4

SMP (Symmetric Multi-processing). Симметричная многопроцессорная обработка, два процессора.

BEDO — Burst EDO.

SDRAM — Synchronous Dynamic RAM.

Pburst — Pipeline Burst.

PIIX — PCI ISA IDE Xcelerator.

Замечание

В версии PCI 2.1 поддерживаются параллельные операции PCI.

В табл. 4.5 перечислены все микросхемы South Bridge, составляющие вторую часть современных наборов микросхем системной логики на системных платах фирмы Intel.

Таблица 4.5. Микросхемы South Bridge фирмы Intel

Микросхема	82378IB/ZB	82371FB	82371 SB	82371AB	82371EB
Поддержка IDE	нет	BMIDE	BMIDE	UDMA	UDMA
Поддержка USB	нет	нет	есть	есть	есть
CMOS и часы	нет	нет	нет	есть	есть
Управление питанием	SMM	SMM	SMM	SMM	ACPI 1. 0

BMIDE (Bus Master IDE). Хозяин шины IDE.

UDMA — Ultra-DMA IDE.

SMM — System Management Mode. Режим управления питанием SMM.

ACPI — Advanced Configuration and Power Interface specification. Усовершенствованный режим управления питанием.

В следующих разделах обсуждаются наборы микросхем системной логики для системных плат Pentium и их технические характеристики.

Intel 430LX (Mercury). Набор микросхем системной логики 430LX был представлен в марте 1993 года, вместе с введением процессоров Pentium первого поколения. Этот набор микросхем системной логики использовался только с первыми процессорами Pentium, которые работали на частотах 60 МГц и 66 МГц. Для работы этих микросхем необходимо было напряжение 5 В, и устанавливались они в гнездо типа Socket 4.

North Bridge в наборе микросхем системной логики 430LX состоял из трех микросхем. Основной микросхемой был системный контроллер 82434LX. Эта основная микросхема реализовывала интерфейс между процессором и памятью, контроллер кэша и контроллер шины PCI. Имелась также пара микросхем 82433LX для ускорения интерфейса шины PCI.

Набор микросхем системной логики 430LX поддерживал:

- один процессор;
- кэш второго уровня емкостью до 512 Кбайт;
- память DRAM емкостью до 192 Мбайт.

Intel 430NX (Neptune). Представленный в марте 1994 года, 430NX был первым набором микросхем системной логики для второго поколения процессоров Pentium с напряжением питания 3,3 В. Эти процессоры устанавливались в гнезда типа Socket 5 со встроенным преобразователем напряжения на 3,3 В/3,5 В, который использовался и для процессора, и для набора микросхем системной логики. Этот набор микросхем системной логики был разработан, прежде всего, для процессоров Pentium с тактовыми частотами от 75 МГц до 133 МГц, хотя обычно он использовался для процессоров Pentium с тактовыми частотами 75 МГц и 100 МГц. Вместе с процессором с более низким напряжением, этот набор микросхем системной логики работал быстрее и надежнее и потреблял меньше энергии, чем наборы микросхем системной логики для первого поколения процессоров Pentium.

Компонент North Bridge в наборе микросхем системной логики 430NX состоял из трех микросхем. Основная микросхема 82434NX содержала кэш и контроллер оперативной памяти (DRAM) и интерфейс управления шиной PCI. Фактически передачей данных по шине PCI управляли две микросхемы 82433NX, называемые *акселераторами локальной шины*. Вместе эти две микросхемы плюс главная микросхема 82434NX и составляли North Bridge.

Компонент South Bridge (микросхема 82378ZB) набора микросхем системной логики 430NX представлял собой чип системного ввода-вывода (System I/O (SIO)). Этот компонент подсоединялся к шине PCI и генерировал сигналы для шины ISA малого быстродействия.

По сравнению с набором микросхем системной логики Mercury (430LX) набор микросхем системной логики 430NX обладал некоторыми новыми возможностями. Он мог поддерживать:

- два процессора;
- память емкостью до 512 Мбайт.

Этот набор микросхем системной логики быстро стал самым популярным набором микросхем системной логики для компьютеров с процессорами Pentium, работавшими на частотах от 75 МГц до 100 МГц.

Intel 430FX (Triton). В январе 1995 года самым популярным набором микросхем системной логики стал 430FX (Triton). Этот набор микросхем системной логики был первым чипсетом, поддерживавшим память EDO (Extended Data Out). EDO, хоть и стоила не дороже, но была немного более быстродействующей, чем стандартная память с быстрым постраничным режимом FPM (Fast Page Mode). К сожалению, набор микросхем системной логики Triton был набором микросхем системной логики для Pentium, который не поддерживал контроль четности. Это нанесло главный удар по надежности ПК, хотя многие тогда и не подозревали об этом.

Кроме того, набор микросхем системной логики Triton мог поддерживать только один центральный процессор. Он не заменил 430NX, который использовался в более совершенных сетевых файл-серверах и других компьютерах, выполнявших критические задания.

North Bridge в 430FX состоял из трех чипов. Основная микросхема 82437FX выполняла функции системного контроллера, который состоял из памяти и контроллеров кэша, интерфейса центрального процессора и контроллера шины PCI, а две микросхемы 82438FX представляли собой тракты прохождения данных для шины PCI. South Bridge (микросхема 82371FB) был первым чипом PIIX (PCI ISA IDE Xcelerator). Эта микросхема служила в качестве моста между шиной PCI, работающей на частоте 33 МГц, и более медленной шиной ISA, работающей на частоте 8 МГц. Кроме того, в этой микросхеме впервые был реализован двухканальный интерфейс IDE. Переместив интерфейс IDE с шины ISA в микросхему PIIX, удалось подключить его к шине PCI, что позволило "хозяину" шины IDE намного увеличить скорость передачи данных. Благодаря этому стало возможным реализовать интерфейсы ATA-2 и Enhanced IDE и тем самым значительно повысить эффективность жесткого диска.

Основные возможности 430FX:

- поддержка памяти EDO;
- поддержка более высокого быстродействия кэша (режим pipelined burst);
- реализация PIIX South Bridge с быстродействующим "хозяином" шины IDE;
- отсутствие поддержки контроля четности в памяти;
- поддержка только одного центрального процессора;
- поддержка оперативной памяти объемом не более 128 Мбайт, причем кэшироваться могли только первых 64 Мбайта.

Тот факт, что набор микросхем системной логики 430FX может кэшировать только до 64 Мбайт оперативной памяти, означает, что, если в вашей системе установлена оперативная память емкостью, большей, чем 64 Мбайт, эффективность будет значительно снижена. Многие думают, что это не является серьезной проблемой, поскольку их программное обеспечение не занимает все 64 Мбайт. Это — еще одна ошибка, потому что Windows 95 и NT загружается в верхние адреса памяти. Это означает, например, что если вы установили оперативную память объемом 96 Мбайт (64 Мбайт + 32 Мбайт), то почти все ваше программное обеспечение, включая операционную систему, будет загружаться в некэшируемую область выше 64 Мбайт. Эффективность повышается только тогда, когда вы используете больше, чем 32 Мбайт. Попробуйте отключить кэш второго уровня (L2), задав соответствующий параметр CMOS, чтобы увидеть, как замедлится работа вашей системы. Именно это и будет та эффективность, которую вы можете ожидать, если установите больше чем 64 Мбайт оперативной памяти на компьютере с чипсетом 430FX.

Именно по причине недостатков кэширования памяти, а также отсутствия поддержки контроля четности или кодов с исправлением ошибок (ECC) в памяти я не рекомендую использовать этот набор микросхем системной логики.

Intel 430HX (Triton II). Набор микросхем системной логики Triton II 430HX был разработан Intel для замены набора 430NX. Он поддерживает память EDO и кэш второго уровня (L2) типа pipeline burst. В нем также предусмотрена поддержка двухпроцессорных систем и в дополнение к средствам контроля четности, добавлена поддержка кодов с исправлением ошибок, которые не только обнаруживают, но и исправляют ошибку в одном разряде в памяти. И для всего этого понадобилась только память с контролем четности.

Этот набор микросхем системной логики подходит не только для высокоэффективных систем, выполняющих критические задания, таких как файл-серверы, но и для дешевых компьютеров. Если контроль четности или коды с исправлением ошибок в памяти не требуются, этот набор микросхем системной логики можно легко сконфигурировать так, чтобы использовать более дешевую память, т.е. без контроля четности или без кодов с исправлением ошибок.

Ниже приведены основные преимущества набора микросхем системной логики HX перед FX:

- поддержка симметричной многопроцессорной обработки (для двух процессоров);
- поддержка кодов с исправлением ошибок (ECC) и контроля четности в памяти;
- поддержка оперативной памяти объемом 512 Мбайт (а не 128 Мбайт);
- кэширование оперативной памяти объемом 512 Мбайт с помощью кэша второго уровня (L2) (а не 64 Мбайт) (если установлена необязательная оперативная память Tag RAM);
- уменьшение количества циклов при обмене с памятью;
- поддержка версии PCI 2.1, которая допускает параллельно выполняемые операции PCI;
- компонент PIIX3 поддерживает различные установки скорости передачи IDE/ATA на одиночном канале;
- поддержка шины USB компонентом PIIX3 South Bridge.

Проблемы с кэшированием памяти, возникавшие в 430FX, были исправлены в 430HX. Этот набор микросхем системной логики позволял кэшировать все 512 Мбайт оперативной памяти, если было установлено необходимое количество кэш-памяти для тэгов. Кэш-память для тэгов — небольшая микросхема кэш-памяти, используемая для хранения адресов данных, хранящихся в кэше. Большинство чипсетов 430HX поставлялись с таким количеством микросхем кэш-памяти для тэгов, что можно было кэшировать только лишь 64 Мбайт оперативной памяти, однако по желанию каждый мог установить большее количество этих микросхем и кэшировать все 512 Мбайт оперативной памяти.

North Bridge в наборе микросхем системной логики 430HX был однокристальным. PIIX3 South Bridge (микросхема 82371SB) допускал независимую синхронизацию двойных каналов IDE. Иначе говоря, вы могли установить два устройства с различным быстродействием на одном и том же канале и независимо друг от друга конфигурировать их скорости передачи. Микросхемы PIIX предыдущих поколений позволяли обоим устройствам работать только с быстродействием, поддерживаемым ими обоими. Микросхема PIIX3 также поддерживала универсальную последовательную шину USB (Universal Serial Bus). К сожалению, в то время не существовало никаких устройств для подключения к USB, не было также ни операционных систем, ни драйверов для поддержки шины и порты USB были диковинкой, и никто их не использовал.

430HX поддерживает более новый стандарт PCI 2.1, который допускает параллельное выполнение операций PCI и тем самым увеличивает эффективность. Вместе с поддержкой памяти EDO и кэша типа pipelined burst, этот набор микросхем системной логики был, возможно, самым лучшим для мощных компьютеров на основе Pentium. Системы на основе этого набора микросхем не только обладали превосходной эффективностью, но и более высокой надежностью и устойчивостью — в них поддерживались коды с исправлением ошибок в памяти.

Набор микросхем системной логики 430HX использовался в файл-серверах, серверах баз данных, компьютерах для бизнес-приложений и так далее.

Intel 430VX (Triton III). Набор микросхем системной логики 430VX никогда не имел официального кодового названия, хотя многие начали называть его Triton III. Набор микросхем системной логики 430VX был разработан в качестве замены дешевого набора 430FX, но не для замены более мощного набора 430HX. VX имеет только одно существенное техническое преимущество перед HX — поддержка SDRAM, во всех других отношениях больше похож на 430FX, чем на HX.

VX поддерживает:

- синхронную память DRAM (SDRAM) для 66 МГц;
- коды с исправлением ошибок в памяти или отсутствие контроля по четности;
- только один процессор;
- оперативную память емкостью не более 128 Мбайт;
- кэширование только 64 Мбайт оперативной памяти.

Хотя поддержка для SDRAM выглядит привлекательно, фактическое быстродействие, достигаемое с помощью этой памяти, ограничено. Это происходит потому, что при хорошем кэше второго уровня (L2) промахи в кэше займут приблизительно 5 % от времени, которое система затрачивает на чтение из памяти или запись в память. Так что эффективность кэша фактически гораздо более важна, чем эффективность оперативной памяти. Именно поэтому у большинства систем с 430HX быстродействие выше, чем у системы на основе 430VX, даже несмотря на то, что VX может использовать память SDRAM с более высоким быстродействием. Обратите внимание, что набор микросхем системной логики VX был разработан для дешевых компьютеров, и в большинство из них никто никогда не устанавливал память SDRAM.

Как и 430FX, VX может кэшировать только 64 Мбайт оперативной памяти. После падения цен на микросхемы памяти в 1996 году многие пользователи установили память объемом, большим 64 Мбайт, и это ограничение стало действительно серьезным недостатком.

По этой причине набор микросхем системной логики 430VX быстро устарел и был заменен набором микросхем системной логики 430TX.

Intel 430TX. Набор микросхем системной логики 430TX не имел кодового названия, однако, некоторые пользователи называют его Triton IV. Это — последний набор микросхем системной логики фирмы Intel для Pentium. Он был разработан не только для настольных систем, но для портативных версий Pentium, которые использовались в ноутбуках.

Набор микросхем системной логики 430TX имеет некоторые преимущества перед 430VX, но, к сожалению, он не поддерживает контроль четности и коды с исправлением ошибок и может кэшировать только 64 Мбайт оперативной памяти, как и более старые чипсеты FX и VX. Набор микросхем системной логики 430TX не предназначался для замены высококачественного чипсета 430HX, который все еще использовался в системах, выполнявших ответственные задания.

Возможности набора микросхем системной логики TX:

- поддержка памяти SDRAM, работающей на частоте 66 МГц;
- кэширование памяти емкостью до 64 Мбайт;
- поддержка разновидностей Ultra-ATA или Ultra-DMA интерфейса IDE передачи данных;
- более низкое потребление мощности, что важно для портативных компьютеров;
- отсутствие контроля четности и поддержки кодов с исправлением ошибок;
- поддержка только одного процессора.

Тот, кто хочет собрать устойчивую систему для выполнения критических заданий, должен использовать подлинно высокоэффективный набор микросхем системной логики. Такой набор должен поддерживать коды с исправлением ошибок, кэширование более чем 64 Мбайт памяти, а также процессор класса Pentium II, а не обычный непритязательный Pentium.

Шестое поколение наборов микросхем системной логики (P6 Pentium Pro и Pentium II)

Intel явно доминирует на рынке наборов микросхем системной логики для Pentium. Что же касается Pentium II и Pentium Pro, то это — фактически единственный производитель наборов микросхем системной логики для данных процессоров. Как уже упоминалось, начиная с 1993 года, Intel представляет новые наборы микросхем системной логики (и даже готовые системные платы) одновременно с новыми процессорами. Едва ли есть еще какая-либо фирма, которая могла бы делать это так оперативно. Еще одной проблемой для других изготовителей наборов микросхем системной логики является то, что Intel запатентовала интерфейс разъема типа Slot 1, используемый процессором Pentium II, — раньше не нужно было брать разрешение на использование, например, гнезда типа Socket 7.

Поскольку Intel отказалась выдавать разрешение на использование интерфейса разъема типа Slot 1, некоторые производители, например, такие как VIA Technologies, Acer Laboratories, Inc (ALi) и Silicon integrated Systems (SiS), разработали свои собственные наборы микросхем системной логики для системных плат Pentium II с разъемом типа Slot 1. Но на это ушло довольно много времени.

Если Pentium Pro и Pentium II — это, по сути, один и тот же процессор, но с немного отличающимися проектами кэша, значит, один и тот же набор микросхем системной логики может использоваться и для гнезда типа Socket 8 (Pentium Pro), и для разъема типа Slot 1 (Pentium II). Однако это было истинно для некоторых старых наборов микросхем системной логики класса P6 (например, Intel 440FX). Новые наборы микросхем системной логики (чипсеты), начиная с 440LX, оптимизированы для архитектуры разъема типа Slot 1 и не могут быть установлены в платы с гнездом типа Socket 8. Именно поэтому Pentium Pro в настоящее время используется только в файл-серверах.

Хотя на рынке наборов микросхем системной логики для P6 появилось несколько новых компаний, фактически во всех системных платах для Pentium Pro и Pentium II используются наборы микросхем системной логики фирмы Intel; практически весь этот рынок принадлежит Intel.

Шестое поколение наборов микросхем системной логики (для процессоров поколения P6 — процессоры Pentium Pro и Pentium II) содержит компоненты North Bridge и South Bridge, впервые появившиеся в наборах микросхем системной логики для процессора Pentium.

В табл. 4.6 приведены наборы, используемые в системных платах для Pentium Pro.

Таблица 4.6. Наборы микросхем системной логики для Pentium Pro

Набор микросхем системной логики	450KX	450GX	440FX
Кодовое название	Orion Workstation	Orion Server	Natoma
Представленная дата	ноябрь 1995	ноябрь 1995	май 1996
Тактовая частота шины	66 МГц	66 МГц	66 МГц
Поддержка SMP (Два центральных процессора)	есть	есть (4 центральных процессора)	есть
Типы памяти	FPM	FPM	FPM/EDO/BEDO
Контроль четности/ECC	Оба	Оба	Оба
Максимальный объем памяти, Гбайт	8	1	1
Тип кэша второго уровня (L2)	В центральном процессоре	В центральном процессоре	В центральном процессоре
Максимальный объем кэшируемой памяти, Гбайт	1	1	1
Поддержка PCI	2.0	2.0	2.1
Поддержка AGP	Нет	Нет	Нет
Быстродействие AGP	-	-	-
South Bridge	Различные	Различные	PIIX3

MP (Symmetric Multi-processing). Симметричная многопроцессорная обработка (на двух процессорах).

BEDO — Burst EDO.

SDRAM (Synchronous Dynamic RAM). Синхронная Динамическая оперативная память.

Pburst — Pipeline Burst (Synchronous).

PIIX — PCI ISA IDE Xcelerator.

В табл. 4.7 приведены наборы микросхем системной логики фирмы Intel для Pentium.

Таблица 4.7. Наборы микросхем системной логики для Pentium II

Набор микросхем системной логики	440FX	440LX	440EX	440BX
Кодовое название	Natoma	Нет	Нет	Нет
Представленная дата	Май 1996	Август 1997	Апрель 1998	Апрель 1998
Тактовая частота шины	66 МГц	66 МГц	66 МГц	66/100 MHz
Поддержка SMP (два центральных процессора)	Есть	Есть	Нет	Есть
Типы памяти	FPM/EDO/BEDO	FPM/EDO/ SDRAM	FPM/EDO/ SDRAM	FPM/EDO/ SDRAM
Контроль четности/ECC	Оба	Оба	Никакого	Оба
Максимальный объем памяти, Гбайт	1	1 Гбайт EDO/512 Мбайт SDRAM	256 Мбайт	1 Гбайт
Тип кэша второго уровня (L2)	В центральном процессоре	В центральном процессоре	В центральном процессоре	В центральном процессоре
Максимальный объем кэшируемой памяти, Гбайт	1	1	1	1
Поддержка PCI	2.1	2.1	2.1	2.1
Поддержка AGP	Нет	AGP-1x	AGP-1x	AGP-2x
Быстродействие AGP, Мбайт/сек	-	266	266	533
South Bridge	PIIX3	PIIX4	PIIX4E	PIIX4E

Замечание

Вторичный кэш центральных процессоров Pentium Pro и Pentium II находится в корпусе центрального процессора. Следовательно, характеристики кэша для этих ПК зависят не от набора микросхем системной логики, а только от процессора Pentium II или Pentium Pro. Обратите внимание также, что Pentium II Celeron не имеет кэша второго уровня (L2).

Каждый набор микросхем системной логики Intel разработан как система, состоящая из двух частей (или компонентов) — North Bridge и South Bridge. Зачастую один тот же компонент South Bridge наборов микросхем системной логики может использоваться с различными компонентами North Bridge. В табл. 4.8 перечислены все компоненты South Bridge фирмы Intel и их назначение.

Таблица 4.8. Компоненты South Bridge фирмы Intel

Назначение микросхемы	SIO	PIIX	PIIX3	PIIX4	PIIX4E
Номер микросхемы	823781B/ZB	82371FB	82371 SB	82371AB	82371EB
Поддержка IDE	Нет	BMIDE	BMIDE	UDMA	UDMA
Поддержка USB	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть
CMOS и часы	Нет	Нет	Нет	Есть	Есть
Управление питанием	SMM	SMM	SMM	SMM	ACPI 1.0

В следующих разделах описаны наборы микросхем системной логики для поколения процессоров P6 (Pentium II и Pentium Pro).

Intel 450KX/GX (Orion Workstation/Server). Первыми наборами микросхем системной логики, которые поддерживали Pentium Pro, были 450KX и GX; оба имели кодовое название Orion. 450KX был разработан для рабочих (автономных или подключенных к сети) станций, а 450GX — для файл-серверов. Набор микросхем системной логики GX предназначен для серверов, поскольку он мог поддерживать до четырех процессоров Pentium Pro в серверах с симметричной многопроцессорной обработкой (SMP), до 8 Гбайт памяти с кодами с исправлением ошибок или с контролем четности и две соединенных между собой шины PCI. Версия Orion 450KX предназначена для рабочих станций или автономных компьютеров и поддерживает меньшее количество процессоров (один или два) и меньший объем памяти (1 Гбайт), чем GX.

North Bridge в 450GX и 450KX состоит из четырех отдельных бескорпусных компонентов — 82454KX/GX PCI Bridge, 82452KX/GX Data Path (DP), контроллера данных 82453KX/GX (DC) и контроллера интерфейса памяти 82451KX/GX Memory Interface Controller (MIC).

Компьютеры с набором 450 очень надежны — он поддерживает коды с исправлением ошибок при передаче данных по шине из процессора Pentium Pro в память. Надежность была увеличена за счет контроля четности на шине процессора, шине управления и при передаче всех сигналов по шине PCI. Кроме того, здесь реализована возможность исправления одиночной ошибки, вследствие чего сокращается время простоя сервера из-за ошибок памяти, вызванных космическими лучами.

До введения следующего набора микросхем системной логики 440FX этот чипсет использовался исключительно в файл-серверах. После выхода в свет 440FX выпуск микросхем Orion прекратился из-за их сложности и высокой стоимости.

Intel 440FX (Natoma). Набор микросхем системной логики для системных плат P6 (Pentium Pro или Pentium II) 440FX имел кодовое название Natoma. 440FX был разработан фирмой Intel для замены набора микросхем системной логики 450KX в рабочих станциях. Новый набор имел более низкую стоимость и более высокую эффективность, так как поддерживал память EDO.

Набор микросхем системной логики 440FX состоит из вдвое меньшего числа компонентов, чем предыдущий чипсет фирмы Intel. Он поддерживает параллельные операции (в соответствии со стандартом PCI 2.1), универсальную последовательную шину (USB), а также коды с исправлением ошибок, что повышает надежность системы.

Параллельная обработка запросов в PCI максимизирует эффективность системы — центральный процессор, а также шины PCI и ISA могут работать одновременно. Параллельная обработка запросов на PCI увеличивает пропускную способность, поэтому ускоряется обработка двумерной и трехмерной графики, видео и звука, а также выполнение приложений. Поддержка в памяти кодов с исправлением ошибок увеличивает надежность системы.

Описываемый набор микросхем системной логики поддерживает:

- память EDO емкостью до 1 Гбайт;
- кэширование памяти емкостью до 1 Гбайт (кэш второго уровня (L2) и тэги находятся в центральном процессоре);
- USB;
- BusMaster IDE;
- контроль четности и коды с исправлением ошибок.

North Bridge в 440FX состоит из двух чипов. Основные составляющие — 82441FX PCI Bridge, контроллер памяти и акселератор шины данных для PCI 82442FX. В этом наборе микросхем системной логики используется микросхема 82371SB (компонент South Bridge PIIX3), которая поддерживает быстродействующие интерфейсы прямого доступа к памяти, IDE и USB. Она используется в качестве моста между шинами PCI и ISA.

Обратите внимание, это был первый набор микросхем системной логики P6, который поддерживал память EDO; его недостаток состоял в том, что он не поддерживал более быстродействующую память SDRAM. Кроме того, микросхема PIIX3, используемая в этом наборе микросхем системной логики, не поддерживала жесткие диски Ultra DMA IDE.

Набор микросхем системной логики 440FX использовался в первых системных платах для Pentium II, которые имели ту же самую архитектуру, что и платы для Pentium Pro. Pentium II был выпущен несколько раньше набора микросхем системной логики 440LX, который предназначался для него. Поэтому, когда был готов Pentium II, в системных платах использовали более старый набор микросхем системной логики — 440FX. Этот набор микросхем системной логики не был рассчитан на Pentium II. (440LX был специально оптимизирован, дабы могли использоваться все преимущества архитектуры Pentium II. По этой причине я не рекомендую применять системные платы с 440FX для Pentium II, лучше приобрести платы с набором микросхем системной логики 440LX.)

Intel 440LX. Практически сразу же с момента появления в начале 1998 года набор микросхем 440LX завоевал колоссальную популярность. Это был первый набор микросхем системной логики, который действительно полностью использовал все преимущества процессора Pentium II. Набор микросхем системной логики 440LX имеет следующие преимущества перед 440FX.

- поддержка нового порта AGP для видеошины платы;
- поддержка памяти SDRAM на частоте 66 МГц;
- поддержка интерфейса Ultra DMA IDE;
- поддержка универсальной последовательной шины (USB).

Intel 440EX. Набор микросхем системной логики 440EX — более дешевый вариант чипсета 440LX. Он был выпущен в апреле 1998 года вместе с дешевым вариантом процессора Intel Pentium II — Celeron. В отличие от 440LX, 440EX не поддерживает двухпроцессорный режим, коды с исправлением ошибок и контроль четности в памяти. Этот набор микросхем системной логики, в основном, предназначен для дешевых компьютеров с шиной, работающей на частоте 66 МГц, в которых используется Intel Celeron. Платы с 440EX будут полностью поддерживать Pentium II, но все же некоторые возможности более мощных наборов микросхем системной логики 440LX и 440BX будут не доступны.

Основные параметры 440EX:

- разработан для применения в дешевых компьютерах;
- поддерживает процессор Intel Celeron;
- поддерживает AGP;

- не поддерживает коды с исправлением ошибок и контроль четности в памяти;
- поддерживает только один процессор.

Хотя набор микросхем системной логики 440EX создан с использованием основной технологии, примененной Intel в чипсете 440LX, тем не менее он обладает меньшими возможностями и более низкой надежностью.

440EX состоит из микросхемы 82443EX PCI AGP (контроллер PAC), являющейся компонентом North Bridge, и новой микросхемы 82371EB (PIIX4E), реализующей South Bridge. Хотя этот набор микросхем системной логики довольно дешевый, я рекомендую приобретать более быстродействующий, более мощный и более надежный набор — 440BX, поддерживающий коды с исправлением ошибок в памяти.

Intel 440BX. Набор микросхем системной логики Intel 440BX был представлен в апреле 1998 года. Это — первый набор микросхем системной логики, который поддерживал шину процессора (и системную плату) при работе на частоте 100 МГц. Он разработан специально для поддержки более новых процессоров Pentium II, работающих на тактовых частотах 350 МГц, 400 МГц и 450 МГц. Версия этого набора микросхем системной логики для портативных компьютеров является также первым набором микросхем системной логики для портативных компьютеров на основе Pentium II.

Основное отличие 440LX от BX состоит в том, что набор микросхем системной логики 440BX повышает эффективность, позволяя увеличить частоту системной шины от 66 МГц до 100 МГц. Набор микросхем системной логики может работать на частоте 66 или 100 МГц, поэтому на системную плату с этим набором можно установить практически лютой процессор Pentium II, работающий на частотах от 233 МГц до 450 МГц и выше.

Основные особенности Intel 440BX:

- поддерживает память SDRAM при частоте 100 МГц;
- поддерживает системную шину и память при частоте 100 МГц и 66 МГц;
- поддерживает ACPI (Advanced Configuration and Power Interface);
- поддерживает процессор Intel Pentium II для портативных компьютеров.

Intel 440BX состоит из одной микросхемы North Bridge, называемой 82443BX Host Bridge/Controller, которая соединена с новой микросхемой 82371EB PCI-ISA/IDE Xcelerator (PIIX4E), представляющей собой компонент South Bridge. South Bridge поддерживает версию ACPI 1.0.

В настоящее время набор микросхем системной логики 440BX используется в высокопроизводительных стандартных настольных компьютерах. Он обеспечивает высокую эффективность и надежность благодаря кодам с исправлением ошибок (ECC), памяти типа SDRAM (Synchronous DRAM — синхронный DRAM) и DIMM (Dual Inline Memory Modules — двойные встроенные модули памяти).

Это один из наилучших наборов микросхем системной логики для компьютеров с Pentium II.

Микросхема Super I/O

Третья основная микросхема в большинстве системных плат PC называется Super I/O. Эта микросхема обычно реализует функции устройств, которые прежде размещались на отдельных платах расширения.

Большинство микросхем Super I/O содержит (как минимум) следующие компоненты:

- контроллер гибких дисков;
- двойные контроллеры последовательного порта;
- контроллер параллельного порта.

Контроллеры гибких дисков в большинстве микросхем Super I/O обслуживают два дисковода, но некоторые из них могут обслуживать только один. В более старых системах часто требовались отдельные платы для контроллера гибких дисков.

Двойной последовательный порт — другое устройство, которое прежде располагалось на одной или нескольких платах. В большинстве лучших микросхем Super I/O предусмотрена буферизация потока данных через последовательный порт. Схема, реализующая буферизацию, называется UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter — универсальный асинхронный трансмиттер-приемник). Для каждого порта предусматривается своя схема UART. В большинстве случаев эта схема похожа на быстродействующую автономную схему UART NS16550A, разработанную в National Semiconductor. Поскольку микросхема Super I/O выполняет функции двух этих микросхем, можно сказать, что, по существу, эти порты встроены в системную плату.

Фактически все микросхемы Super I/O также содержат быстродействующий многорежимный параллельный порт. Лучшие параллельные порты могут работать в трех режимах — стандартном (двунаправленном) режиме, EPP (Enhanced Parallel Port — расширенный параллельный порт) и ECP (Enhanced Capabilities Port — порт с расширенными возможностями). Режим ECP — самый быстрый и наиболее мощный, но если выбрать этот режим, то порт будет использовать 8-разрядный канал прямого доступа в память шины ISA, обычно — канал 3 прямого доступа в память. Если на этом канале не установлено какое-нибудь другое устройство (например, звуковая плата), то параллельный порт в режиме EPC должен работать отлично. Некоторые из более новых принтеров и сканеров, подсоединяемых к компьютеру через параллельный порт, используют режим ECP, который был изобретен фирмой Hewlett Packard.

Микросхема Super I/O может содержать также другие компоненты. Например, в настоящее время в системной плате Intel SE440BX для Pentium II (форм-фактора ATX) используется в качестве Super I/O микросхема FDC37C777 фирмы SMC (Standard Microsystems Corp.). В этой микросхеме установлены:

- интерфейс (одного) дисковода гибких дисков;
- два быстродействующих последовательных порта;
- один многорежимный (ECP/EPP) параллельный порт;
- контроллер клавиатуры типа 8042 и мыши.

Удивляет здесь только наличие контроллера клавиатуры и мыши; все другие компоненты есть в большинстве микросхем Super I/O.

В последние годы роль микросхемы Super I/O уменьшалась. Прежде всего, это произошло потому, что Intel реализовывала функции Super I/O типа IDE непосредственно в компоненте South Bridge набора микросхем системной логики, что позволило подсоединять соответствующие устройства к шине PCI, а не к шине ISA. Один из недостатков микросхемы Super I/O состоит в том, что она подсоединяется к системе с помощью интерфейса шины ISA, и потому ее быстродействие и эффективность ограничены возможностями этой шины, работающей на частоте 8 МГц. Подключив устройства IDE к шине PCI, можно повысить быстродействие дисководов IDE, так как, работая на тактовой частоте шины PCI (33 МГц), они смогут передавать данные с более высокой скоростью.

Intel объединяет все больше функций в основном наборе микросхем системной логики, а периферийные устройства, подключаемые к шине USB, заменяют устройства, подключаемые к стандартному последовательному и параллельному портам, а также к контроллеру гибких дисков. Поэтому, скорее всего, необходимость в микросхеме Super I/O постепенно будет исчезать. По крайней мере, в одном из наборов микросхем системной логики независимых производителей микросхемы Super I/O и South Bridge уже объединены в одно целое, благодаря этому появилось дополнительное свободное пространство и уменьшилось количество компонентов на системной плате.

Базовая система ввода-вывода

Все системные платы должны иметь специальную микросхему, содержащую программное обеспечение, называемое базовой системой ввода-вывода, или ROM BIOS. ROM обозначает Read Only Memory (только читаемая память), а BIOS — Basic Input/Output System (базовая система ввода-вывода). Эта микросхема содержит программы запуска и драйверы, используемые в процессе начальной загрузки системы, и реализует интерфейс, необходимый для функционирования основного комплекта оборудования в системе. В базовой системе ввода-вывода имеется также процедура POST (Power-On Self Test — процедура самотестирования при включении питания). Эта процедура проверяет основные компоненты системы при включении питания. Программа SETUP обычно используется для сохранения параметров конфигурации системы в памяти CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor), подключаемой к батарее на системной плате.

Базовая система ввода-вывода — пакет программ, записанных в программируемое ПЗУ или электрически стираемое ППЗУ. При включении питания вначале загружается именно этот пакет программ, даже перед загрузкой операционной системы. Проще говоря, в базовой системе ввода-вывода большинства ПК содержатся четыре основных компонента:

- POST — процедура самотестирования при включении питания. POST проверяет процессор компьютера, память, набор микросхем системной логики, видеоадаптер, контроллеры дисков, дисководы, клавиатуру и другие основные компоненты;
- программа начальной загрузки. Эта подпрограмма находит операционную систему и загружает ее. После загрузки операционной системы ей передается управление компьютером;
- базовая система ввода-вывода. Так называется пакет программ-драйверов, которые реализуют базисный интерфейс между операционной системой и аппаратными средствами. При выполнении DOS или Windows в безопасном режиме операционная система использует исключительно драйверы базовой системы ввода-вывода;
- процедура установки параметров конфигурации системы в CMOS. Это обычно управляемая с помощью меню программа, которая позволяет конфигурировать системную плату и установить параметры, используемые набором микросхем системной логики, а также дату и время дня (часы), пароли, параметры дисководов и другие базисные параметры системы. Некоторые старые компьютеры не имели программы Setup в ROM, поэтому их требовалось загружать со специального диска с программой Setup.

В следующем разделе обсуждается базовая система ввода-вывода.

Совместимость BIOS. Весьма важным является вопрос о *совместимости BIOS* для различных типов компьютеров и для отдельных их компонентов. Если обнаружится несовместимость, могут возникнуть проблемы, например, при замене комплектующих или модернизации компьютера. Некоторые солидные фирмы, выпускающие IBM-совместимые компьютеры, разработали свои варианты BIOS, которые работают так же, как BIOS фирмы IBM. Эти фирмы постоянно совершенствуют программы BIOS, записываемые в микросхемы памяти ROM, дабы они соответствовали изменениям, которые вносит в свои компьютерные системы IBM. Поскольку IBM не продает усовершенствованных программ ROM BIOS и не выпускает ИС для устаревших систем, модернизировать (поддерживать) компьютеры этой фирмы на сегодняшний день сложнее, чем IBM-совместимые компьютеры. В новейших компьютерах класса PS/2 действительно используется BIOS, записанная либо на жестком диске, либо в памяти Flash-ROM, и ее можно легко обновить с дискеты. Если у вас именно такой компьютер, то можете без проблем получить модернизированную BIOS. Производители патентованного оборудования (OEM), совместимого с IBM, разработали микросхемы памяти ROM, которые эффективно используют дополнительные возможности компьютера и в то же время

"скрывают" эти усовершенствования от любого программного продукта, работе которого они могут помешать.

BIOS производителей патентованного оборудования (OEM). Многие *производители патентованного оборудования OEM (Original Equipment Manufacturers)* создают свои собственные микросхемы памяти ROM, совместимые с IBM. Например, компании Compaq, Zenith и AT&T разработали свои варианты BIOS, совместимые с BIOS фирмы IBM. Эти фирмы периодически выпускают модернизированные версии BIOS, в которых устранены недостатки предыдущих версий и добавлены новые возможности. Прежде чем установить на компьютере нестандартную микросхему ROM BIOS, убедитесь, что она изготовлена солидной фирмой, которая занимается усовершенствованием версий своих программ (важна не сама микросхема, а то, что в ней записано).

Некоторые производители патентованного оборудования не занимаются собственно разработкой базовой системы ввода-вывода, а заказывают ее в независимых компаниях. Например, для компьютеров Hewlett Packard необходима специальная, уникальная базовая система ввода-вывода. Но компания Hewlett Packard не занимается разработкой подобного рода систем; она заключает контракт с Phoenix — известным разработчиком базовых систем ввода-вывода. Таким образом, в компьютере Vectra PC фирмы Hewlett Packard используется базовая система ввода-вывода фирмы Phoenix. Обратите внимание, несмотря на то, что базовую систему ввода-вывода разработала фирма Phoenix, любые ее обновления вы сможете получить только у Hewlett Packard.

Основными фирмами, специализирующимися на разработке IBM-совместимых программ ROM BIOS, являются American Megatrends, Inc. (AMI), Award Software и Phoenix Software. Изготовители системных плат получают от указанных фирм лицензии на установку ROM BIOS, после чего они могут работать над аппаратной частью, не занимаясь программным обеспечением. Для того чтобы установить на плату микросхему памяти ROM с записанной программой BIOS, разработчику приходится решать множество задач, связанных с устройством компьютера. Добиться совместимости ROM BIOS и системной платы — задача непростая. Универсальных (на все случаи жизни) микросхем ROM BIOS не существует. AMI, Award, Microid Research и Phoenix поставляют различным изготовителям варианты BIOS, выполненные для конкретных компьютеров.

Совсем недавно произошли большие изменения в компаниях, разрабатывающих базовые системы ввода-вывода. Так, Phoenix подписала контракт с Intel, и теперь обеспечивает все системные платы Intel базовыми системами ввода-вывода (ранее такой контракт был подписан с AMI). Это хорошее изменение для фирмы Phoenix, — как известно, Intel продает приблизительно 80 % (или больше) от всех системных плат. Поэтому у большинства приобретаемых сегодня компьютеров PC базовая система ввода-вывода разработана фирмой Phoenix.

В середине 1998 года Phoenix перекупила фирму Award, и теперь новые программы, разработанные этой фирмой, будут продаваться под эгидой Phoenix. Таким образом, осталось две самые крупные фирмы — Phoenix и AMI. Большинство неамериканских изготовителей системных плат все еще используют базовую систему ввода-вывода AMI, однако ведущей компанией в области разработки базовой системы ввода-вывода является Phoenix. Ею не только ведутся разработки новых базовых систем ввода-вывода для компьютеров последних поколений, но и внедряются новые стандарты.

BIOS фирмы AMI. Несмотря на то, что фирма AMI адаптирует программы BIOS для конкретных компьютеров, она не продает фирмам-изготовителям исходный код BIOS: изготовитель может заказать новую версию при ее выпуске. Поскольку многие фирмы не могут (или не хотят) заказывать каждый измененный вариант, они пропускают несколько версий, прежде чем закупить новую. Новейшие версии AMI BIOS называются *Hi-Flex (High Flexibility)*. AMI Hi-Flex BIOS используется в системных платах многих изготовителей. AMI является единственным производителем BIOS, который выпускает также свою системную плату.

Любая версия AMI BIOS после включения компьютера во время *автотеста* выводит первую идентификационную строку сообщений в нижнем левом углу экрана, сразу под информацией об авторских правах.

Совет

Чтобы эта строка не исчезла, можно (перед включением питания!) отключить клавиатуру или во время включения питания удерживать какую-нибудь клавишу нажатой. Это будет воспринято как ошибка клавиатуры, и строка останется на экране.

Если во время выполнения POST нажать клавишу <Insert>, то новые версии AMI Hi-Flex BIOS выведут две дополнительные идентификационные строки с информацией о параметрах, установленных в BIOS.

Строка старых версий AMI BIOS имеет формат, описанный в табл. 4.9.

Таблица 4.9. ABBB-NNNN-mmddyy-KK

Позиция	Описание
A	Параметры BIOS: D — встроенная диагностика; S — встроенная настройка; E — расширенная встроенная настройка
BBB	Фирма — изготовитель системной платы или комплекта микросхем: C&T — комплект микросхем Chips & Technologies; NET — комплект микросхем NEAT 286 фирмы C&T; 286 — стандартная системная плата 286; SUN — комплект микросхем Suntac; PAQ — системная плата Compaq; INT — системная плата Intel; AMI — системная плата AMI; G23 — системная плата 386 с комплектом микросхем G2
NNNN	Номер лицензии фирмы-изготовителя
mmddyy	Дата выпуска BIOS: месяц/число/год
KK	Версия BIOS клавиатуры AMI

Первая строка новых версий AMI Hi-Flex BIOS имеет формат, описанный в табл. 4.10.

Таблица 4.10. AB-CCcc-DDDDDD-EFGHIJKL-mmddyy-MMMMMMMM-N

Позиция	Описание
A	Тип процессора: 0 — 8086 или 8088; 2 — 286; 3 — 386; 4 — 486;

Окончание табл. 4.10

Позиция	Описание
	5 — Pentium; 6 — Pentium Pro
B	Объем BIOS: 0 — 64 Кбайт; 1 — 128 Кбайт
CCcc	Основной и дополнительный номера версии BIOS
DDDDDD	Номер лицензии фирмы-изготовителя: 0036xx — системная плата AMI 386, xx — порядковый номер; 0046xx — системная плата AMI 486, xx — порядковый номер; 0056xx — системная плата AMI Pentium, xx — порядковый номер; 0066xx — системная плата AMI Pentium Pro, xx — порядковый номер
E	1 — прекращать работу при ошибке выполнения теста POST
F	1 — обновлять CMOS-память при каждой загрузке
G	1 — заблокировать контакты 22 и 23 контроллера клавиатуры
H	1 — поддерживать мышь в BIOS-контроллере клавиатуры
I	1 — ожидать нажатия клавиши <F1> при ошибке выполнения теста POST
J	1 — выводить сообщение о неисправности накопителя гибких дисков во время выполнения теста POST
K	1 — выводить сообщение о неисправности адаптера дисплея во время выполнения теста POST
L	1 — выводить сообщение о неисправности клавиатуры во время выполнения теста POST
mmddyy	Дата выпуска BIOS: месяц/число/год
MMMMMMMM	Фирма — изготовитель системной платы или комплекта микросхем
N	Тип контроллера клавиатуры

Вторая строка AMI Hi-Flex BIOS имеет формат, описанный в табл. 4.11.

Таблица 4.11. AAB-C-DDDD-EE-FF-GGGG-HH-II-JJJ

Позиция	Описание
AA	Номер вывода контроллера клавиатуры, используемого для переключения синхронизации
B	Режим управления выводом переключения синхронизации: H — высоким уровнем устанавливается высокая частота синхронизации; L — высоким уровнем устанавливается низкая частота синхронизации

Позиция	Описание
C	Переключение синхронизации с помощью регистров микросхем: 0 — запрещено; 1 — разрешено
DDDD	Адрес порта для включения высокой частоты
EE	Значение данных для включения высокой частоты
FF	Значение маски для включения высокой частоты
GGGG	Адрес порта для включения низкой частоты
HH	Значение данных для включения низкой частоты
II	Значение маски для включения низкой частоты
JJJ	Номер вывода для включения режима Turbo

Третья строка AMI Hi-Flex BIOS имеет формат, описанный в табл. 4.12.

Таблица 4.12. AAB-C-DDD-EE-FF-GGGG-HH-II-JJ-K-L

Позиция	Описание
AA	Номер вывода контроллера клавиатуры для управления кэшем
B	Режим управления выводом управления кэшем: H — высокий уровень включает кэш; L — высокий уровень выключает кэш
C	1 — контроллер клавиатуры управляется сигналом высокого уровня
DDD	Управление кэшем с помощью регистров микросхем: 0 — выключено; 1 — включено
EE	Адрес порта включения кэша
FF	Значение данных для включения кэша
GGGG	Значение маски для включения кэша
HH	Адрес порта выключения кэша
II	Значение данных для выключения кэша
JJ	Значение маски для выключения кэша
K	Номер вывода для сброса контроллера памяти 82335
L	Флаг модификации BIOS: 0 — BIOS не модифицирована; 1–9, A–Z — количество предыдущих модификаций BIOS

AMI BIOS обладает большими возможностями. Она содержит программу настройки, которая вызывается путем нажатия клавиши <Delete> или <Esc> в течение нескольких первых секунд после начала загрузки компьютера. BIOS напомнит вам, когда и какую клавишу надо

нажать. Вы можете самостоятельно указать тип жесткого диска, что важно для оптимального использования многих накопителей IDE и ESDI. Последние версии могут работать с усовершенствованными накопителями EIDE (Enhanced IDE) и автоматически устанавливать параметры драйвера.

Уникальной особенностью AMI BIOS является встроенная и управляемая с помощью меню программа диагностики, которая является сокращенной версией программы AMIDIAG. Конечно, она не заменит серьезных диагностических программ, но в критических случаях может пригодиться. Эта программа, например, не выполняет полного тестирования памяти; форматирование жесткого диска осуществляется на уровне BIOS, а не на уровне регистров контроллера. Это ограничивает возможности BIOS при форматировании серьезно поврежденных дисков.

AMI не поставляет документации по базовой системы ввода-вывода; предполагается, что это делают изготовители системных плат, которые включают базовую систему ввода-вывода в системную плату. Однако AMI издала детализированную версию их документации *Programmer's Guide to the AMIBIOS* (Руководство программиста по AMIBIOS), вышедшее в издательстве Windcrest/McGraw-Hill (код ISBN 0-07-001561-9). В этой книге, написанной инженерами AMI, описаны все функции BIOS, ее возможности, коды ошибок и т.д.

Базовая система ввода-вывода AMI продается через сеть дистрибьюторов, список которых можно найти по адресу: **http://www.ami.com/distributor.html**. Однако имейте в виду, что вы не можете купить обновления непосредственно в AMI.

BIOS фирмы Award. Фирма Award — уникальный производитель BIOS. Она продает изготовителям коды своих BIOS и разрешает изменять их для адаптации к конкретным системам. (В этом случае BIOS уже не является Award BIOS, а становится ее адаптированным вариантом.) Например, фирма AST и многие другие производители закупают готовые исходные программы BIOS, а не разрабатывают их, начиная с нуля. Конечно, AMI и Phoenix также адаптируют коды своих BIOS под компьютеры конкретных изготовителей, но они не продают им исходных программ. Некоторые фирмы, якобы разработавшие свои собственные BIOS, на самом деле начинали с программ, приобретенных в Award или других компаниях.

Возможности BIOS фирмы Award довольно широки. Она содержит программу настройки, которая вызывается путем нажатия комбинации клавиш <Ctrl+Alt+Esc>. Программа настройки позволяет задать тип жесткого диска, что необходимо для полной реализации возможностей накопителей IDE и ESDI. Тест POST довольно хорош. Техническая поддержка Award доступна по адресу: **http://www.award.com.**

В середине 1998 года Award была приобретена фирмой Phoenix, и теперь базовые системы ввода-вывода под именем Award не производятся. Однако новые версии продолжают поддерживать предыдущие версии базовой системы ввода-вывода.

В целом, BIOS фирмы Award характеризуется прекрасным качеством, хорошей совместимостью и высоким уровнем технической поддержки.

BIOS фирмы Phoenix. Программа BIOS фирмы Phoenix в течение многих лет являлась эталоном совместимости, с которым сравнивалась продукция других фирм. Phoenix была одной из первых фирм, которые легально переработали IBM BIOS по методу "чистого участка памяти", или "черного ящика". Группа инженеров изучила IBM BIOS и составила список возможностей данной программы и требований, которым она должна удовлетворять. Эта информация была передана группе инженеров, которые не были знакомы с IBM BIOS. Таким образом, они могли легально разрабатывать новую BIOS. Получившаяся система была оригинальной и не являлась копией IBM BIOS, однако функционировала аналогично. Долгое время эту систему "доводили до ума", и теперь при ее использовании возникает гораздо меньше проблем, связанных с совместимостью, чем при применении систем других разработчиков BIOS.

Phoenix BIOS имеет два существенных преимущества перед остальными программами. Первое преимущество — очень качественное выполнение теста POST. Программа отличается

продуманной системой звуковых кодов, которые позволяют на слух диагностировать серьезные неисправности системной платы, препятствующие нормальной работе компьютера. Вы можете, например, по звуку выявить неисправную микросхему в нулевом банке памяти. Программа начальной установки обладает всеми возможностями таких программ, как программа установки типа накопителя и др. Вызывается она путем нажатия комбинации клавиш <Ctrl+Alt+S> или <Ctrl+Alt+Esc> — в зависимости от версии BIOS.

Второе — это документация. Помимо подробных описаний, прилагаемых к компьютеру, фирма Phoenix опубликовала серию технических справочников, которые являются основой промышленных стандартов BIOS. В эту серию входят три книги: *System BIOS for IBM PC/XT/AT Computers and Compatibles, CBIOS for IBM PS/2 Computers and Compatibles и ABIOS for IBM PS/2 Computers and Compatibles*. Phoenix — одна из немногих фирм, которая серьезно исследовала возможности BIOS под PS/2 и производит практически все микросхемы ROM BIOS для компьютеров, совместимых с PS/2 Micro Channel. В справочниках Phoenix содержится исчерпывающая информация о Phoenix BIOS, а также о BIOS всех IBM-совместимых компьютеров.

Phoenix предоставляет техническую поддержку и документацию по адресу: **http://www.phoenix.com**; такую же помощь оказывает их самый большой дистрибьютор — Micro Firmware, Inc. (**http://www.firmware.com**). Micro Firmware предлагает обновления устаревших базовых систем ввода-вывода фирмы Phoenix, в том числе для компьютеров фирм Packard Bell, Gateway 2000 (с системными платами Micronics), Micron Technologies и др.

Обновление ROM BIOS

Обновление ROM BIOS может улучшить характеристики системы. Однако иногда процедура обновления BIOS может быть сложной, во всяком случае, она значительно сложнее, чем подключение микросхем ROM.

ROM BIOS, или базовая система ввода-вывода, записанная в постоянное запоминающее устройство, является программой, повышающей "интеллектуальный уровень" компонентов вашего компьютера. Обновление базовой системы ввода-вывода часто может повысить эффективность компьютера и расширить его возможности.

Именно благодаря базовой системе ввода-вывода различные операционные системы могут функционировать на любом совместимом с PC компьютере, несмотря на различие аппаратных средств. Поскольку базовая система ввода-вывода управляет аппаратными средствами, именно базовая система ввода-вывода должна учитывать особенности аппаратных средств. Вместо того чтобы создавать собственные базовые системы ввода-вывода, многие сборщики компьютеров покупают базовую систему ввода-вывода у таких компаний, как American Megatrends, Inc. (AMI), Award Software (теперь подразделение Phoenix), Microid Research и Phoenix Technologies Ltd. Изготовитель системной платы, который хочет запатентовать базовую систему ввода-вывода, должен в течение длительного времени сотрудничать с компанией, производящей базовые системы ввода-вывода, чтобы приспособить код базовой системы ввода-вывода к аппаратным средствам. Базовая система ввода-вывода обычно постоянно хранится на микросхемах ROM на системной плате и является специфической для конкретной модели системной платы. Другими словами, новую версию базовой системы ввода-вывода необходимо получить у вашего изготовителя системной платы.

В старых системах зачастую требуется вначале расширить возможности базовой системы ввода-вывода, чтобы воспользоваться преимуществом другого обновления. Например, чтобы установить некоторые высокоемкие быстрые жесткие дисководы IDE или LS-120 (емкостью 120 Мбайт) вместо дисковода для гибких дисков, в старых машинах зачастую требуется предварительно обновить базовую систему ввода-вывода. Например, некоторые машины все еще продаются со старыми базовыми системами ввода-вывода, которые не поддерживают жестких дисков емкостью, большей 8 Гбайт.

Обновление ROM BIOS может понадобиться в следующих случаях:

- при установке дисковода LS-120;
- при установке жестких дисков емкостью, большей 8 Гбайт;
- при установке жестких дисков Ultra-DMA/33 IDE;
- при установке самозагружаемых (по интерфейсу ATAPI) дисководов CD-ROM;
- при добавлении или улучшении поддержки Plug and Play
- при исправлении ошибок, связанных с проблемой 2000 года и високосными годами;
- при исправлении известных ошибок или проблем совместимости с некоторыми аппаратными средствами и программным обеспечением;
- при замене центрального процессора.

Для замены базовой системы ввода-вывода необходимо знать следующее:

- модель системной платы;
- тип центрального процессора (например, Pentium MMX, AMD K6, Cyrix/IBM 6x86MX, MII, Pentium II и т.д.);
- текущую версию базовой системы ввода-вывода.

Идентифицировать базовую систему ввода-вывода можно по сообщениям, выдаваемым на экран при включении системы. Правда, на экране версия базовой системы ввода-вывода отображается только несколько секунд. Ее часто можно также найти среди параметров CMOS.

Имея всю необходимую информацию, свяжитесь с изготовителем системной платы, чтобы узнать, имеется ли новая версия базовой системы ввода-вывода для вашего компьютера. Более "свежую" версию можно загрузить по Internet.

Использование Flash BIOS. В действительности, начиная с 1996 года во всех ПК базовая система ввода-вывода хранится в Flash ROM. Flash ROM — тип СППЗУ (электрически стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство), т.е. микросхема, информацию в которой можно стирать и перепрограммировать непосредственно в компьютере без специального оборудования. Для стирания и перепрограммирования старых программируемых ПЗУ требовались специальный источник ультрафиолетового освещения и устройство программирования программируемого ПЗУ, а в Flash ROM данные могут быть уничтожены и перезаписаны даже без удаления их из системы.

Использование Flash ROM дает возможность пользователю загрузить новую версию ROM из Web-сервера или, имея ее на дискете, загрузить в микросхему Flash ROM на системной плате без удаления и замены микросхемы. Обычно эти обновления загружаются из Web-сервера изготовителя; затем используется прилагаемая утилита, чтобы создать самозагружаемую дискету с новым образом базовой системы ввода-вывода. Важно выполнить эту процедуру с помощью дискеты с программой начальной загрузки, так как никакое другое программное обеспечение или драйверы не должны мешать модификации. Этот метод обновления позволяет сэкономить время и деньги, как изготовителя системы, так и конечного пользователя.

Иногда микросхема Flash ROM в системе защищена от записи, тогда вы должны отключить защиту перед выполнением модификации. Обычно это делается с помощью переходного устройства (или переключателя), которое управляет блокировкой модификации ROM. Без блокировки любая программа может перезаписывать ROM в вашей системе, а это опасно. Без защиты записи программы-вирусы могли бы записывать свои копии непосредственно в код ROM BIOS на вашем компьютере. Даже без физической защиты от записи современные базовые системы ввода-вывода в Flash ROM имеют алгоритм защиты, который предотвращает несанкционированные модификации. Эту методику Intel использует на своих системных платах.

Обратите внимание, что изготовители системной платы не сообщают вам, когда они наращивают вычислительные возможности базовой системы ввода-вывода для конкретной платы. Вы должны сами периодически посещать их Web-сервер. Обычно все модификации обходятся бесплатно.

Перед обновлением базовой системы ввода-вывода, вы должны вначале скопировать модифицируемую базовую систему ввода-вывода вашего изготовителя системной платы, затем зарегистрироваться на его Web-сервере, после чего выполнить инструкции по загрузке базовой системы ввода-вывода для вашей системной платы.

Утилита обновления базовой системы ввода-вывода содержится в самораспаковывающемся архивном файле, который может быть сначала загружен на ваш жесткий диск, но его следует скопировать на дискету до начала обновления. Различные изготовители системных плат имеют немного отличающиеся процедуры и программы для обновления Flash ROM, так что лучше всего следовать инструкциям, прилагаемым к новой версии. Ниже приведена последовательность команд для системных плат Intel.

Утилита обновления базовой системы ввода-вывода Intel поставляется на дискете и обеспечивает возможность сохранять, проверять и модифицировать базовую систему ввода-вывода. Утилита обновления также обеспечивает возможность установить альтернативные языки для сообщений базовой системы ввода-вывода и утилиты SETUP.

На первом шаге обновления после загрузки нового файла базовой системы ввода-вывода необходимо записать текущие параметры CMOS, так как они будут стерты в процессе обновления. Затем создайте загрузочную дискету DOS и разархивируйте (т.е. извлеките из загруженного файла) файлы обновления базовой системы ввода-вывода на дискету. Затем перезагрузитесь с недавно созданной дискеты с обновлениями и следуйте приведенным ниже рекомендациям.

1. Сохраните параметры вашей конфигурации, записанные в оперативной памяти CMOS. Для этого нажмите соответствующую клавишу во время начальной загрузки (<F1> — в базовой системе ввода-вывода AMI, <F2> — в базовой системе ввода-вывода Phoenix) и запишите все ваши текущие параметры CMOS. Вы должны будете снова установить эти значения параметров после того, как обновите базовую систему ввода-вывода. Эти значения понадобятся позже, при конфигурировании системы. Обратите особое внимание на параметры жесткого диска. Это очень важно: если вы не восстановите их правильно, то не сможете загрузиться с дисковода и обратиться к данным.
2. Выйдите из программы установки базовой системы ввода-вывода, и перезапустите систему. Система должна полностью загрузить Windows и затем выдать окно подсказки DOS. Можете непосредственно перейти к подсказке DOS через меню Windows Start (нажмите клавишу <F8>, когда увидите "Starting Windows").
3. Поместите дискету в дисковод A и отформатируйте ее, используя опцию /S команды FORMAT:

   ```
   C:\>FORMAT A: /S
   ```
4. Выполнить действия, описанные в предыдущем пункте, проще, если у вас есть пустая, предварительно отформатированная дискета. Вставьте ее в дисковод для гибких дисков и введите команду SYS, чтобы сделать дискету самозагружаемой:

   ```
   C:\>SYS A:
   ```
5. Файл, который вы первоначально загрузили из Web-сервера Intel, будет самораспаковывающимся сжатым архивом, содержащим другие файлы. Эти файлы нужно извлечь из архива. Поместите файл во временный каталог, затем войдите в этот каталог и дважды щелкните на файле базовой системы ввода-вывода. (Можно также напечатать имя файла и нажать <Enter>.) Начнется процедура самораспаковки файла. Например, если

файл, который вы загрузили, назывался SEBIOS04.EXE (для системной платы Intel SE440BX), то необходимо ввести следующую команду:

```
C:\TEMP>SEBIOS04 < Enter >
```

6. Среди извлеченных файлов должен быть файл BIOS.EXE и текстовый файл с лицензией на программное обеспечение. Теперь распакуйте файл BIOS.EXE на ранее созданную самозагружаемую дискету с помощью следующей команды:

```
C:\TEMP>BIOS A:
```

7. Теперь можете перезапустить систему с самозагружаемой дискетой в дисководе A, содержащей только что извлеченные новые файлы базовой системы ввода-вывода. После загрузки с этого диска автоматически стартует программа IFLASH; нажмите <Enter>, когда потребуется.
8. Выберите `Save flash memory area to a file` и нажмите <Enter>. Следите за подсказками, чтобы вовремя ввести имя файла. Программа создаст резервную копию существующей базовой системы ввода-вывода. Она будет нужна, если новая базовая система ввода-вывода вызовет непредвиденные проблемы.
9. Выберите `Update Flash Memory From a File` и нажмите <Enter>. Следуйте подсказкам, чтобы выбрать имя файла-образа базовой системы ввода-вывода, который используется для модификации Flash ROM. Нажмите клавишу <Tab>, чтобы выбрать (высветить) имя нужного файла, а затем — <Enter>.
10. Система выдаст предупреждающее сообщение о том, что в случае продолжения работы будет разрушено текущее содержимое области памяти BIOS. Нажмите <Enter> для продолжения — модификация должна занять приблизительно три минуты. Не прерывайте эту процедуру, в противном случае — программа в Flash BIOS будет разрушена.
11. Когда появится сообщение о том, что базовая система ввода-вывода была успешно загружена, удалите самозагружаемую дискету из дисковода и нажмите клавишу <Enter>, чтобы перезагрузить систему.
12. Нажмите <Fl> или <F2>, чтобы войти в программу Setup. В первом диалоговом окне программы Setup проверьте номер версии базовой системы ввода-вывода, чтобы убедиться, что вы установили новую версию.
13. В программе Setup укажите необходимые значения, которые в дальнейшем будут устанавливаться по умолчанию. Если вы имеете базовую систему ввода-вывода AMI, нажмите клавишу <F5>; в базовой системе ввода-вывода Phoenix перейдите в подменю выхода (Exit), выберите Load Setup Defaults и нажмите <Enter>. Если вы не установите значения параметров, которые должны задаваться по умолчанию, система может функционировать с ошибками.
14. Если в системе были заданы значения конкретных параметров, установите их теперь. Нажмите <F10>, чтобы сохранить значения, выйдите из программы Setup и перезапустите систему. Компьютер должен теперь функционировать с новой базовой системой ввода-вывода.

Замечание

Если после перезагрузки появится сообщение об ошибочной контрольной сумме CMOS или возникнут другие проблемы, попробуйте перезагрузить систему снова. При появлении сообщения об ошибочной контрольной сумме CMOS войдите в программу Setup, введите значения параметров, проверьте и сохраните их, выйдите из программы Setup.

Назначение и функционирование шин

Шина — это общий канал связи, используемый в ПК. Применяется она для организации взаимодействия между двумя и более компонентами системы. В компьютере имеется несколько типов шин, в том числе:

- шина процессора;
- шина адреса;
- шина памяти;
- шина ввода-вывода.

Когда говорят о шине, обычно имеют в виду шину ввода-вывода, которую иногда называют *шиной расширения*. Шина ввода-вывода — это "скоростная магистраль" для передачи данных в компьютере. По этой шине проходит вся информация, передаваемая в разные узлы компьютера (видеоадаптер, дисководы, принтер и т.д.) или считываемая с них. Заметим, что большую часть своего "рабочего времени" шина обслуживает видеоадаптер.

Основное внимание в данной главе будет уделено именно этому типу шины.

Шина процессора

Шина процессора соединяет *микропроцессор (CPU)* с несколькими непосредственно связанными с ним микросхемами. Шина процессора используется, например, для передачи данных между процессором и основной системной шиной или между процессором и внешним кэшем (рис. 4.9). Взаимодействие шин в типичном компьютере на основе процессора Pentium показано на рис. 4.10.

В большинстве современных компьютеров используется *внешний кэш* (по крайней мере, он наверняка есть в высокопроизводительных системах на основе процессоров 486, Pentium, Pentium Pro и Pentium II).

Поскольку шина процессора должна обмениваться информацией с CPU с максимально высокой скоростью, в ПК она функционирует намного быстрее любой другой шины. Сигнальные линии (линии электрической связи), представляющие шину, предназначены для передачи данных, адресов и сигналов управления между отдельными компонентами компьютера. Например, в компьютере с процессором 486 шина процессора состоит из 32 линий адреса, 32 линий данных и нескольких линий управления; в компьютере с процессором Pentium — из 64 линий данных, 32 линий адреса и соответствующих линий управления. Компьютеры Pentium Pro и Pentium II имеют по 36 линий адреса, отличаются они от процессора Pentium также способом подключения шины процессора (рис. 4.11).

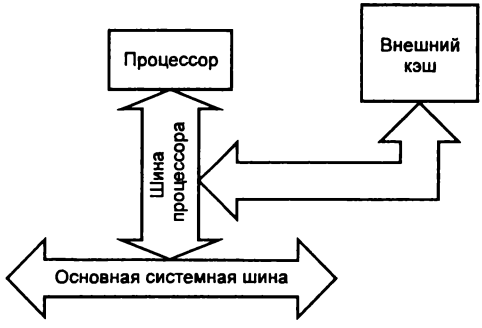


Рис. 4.9. Шина процессора

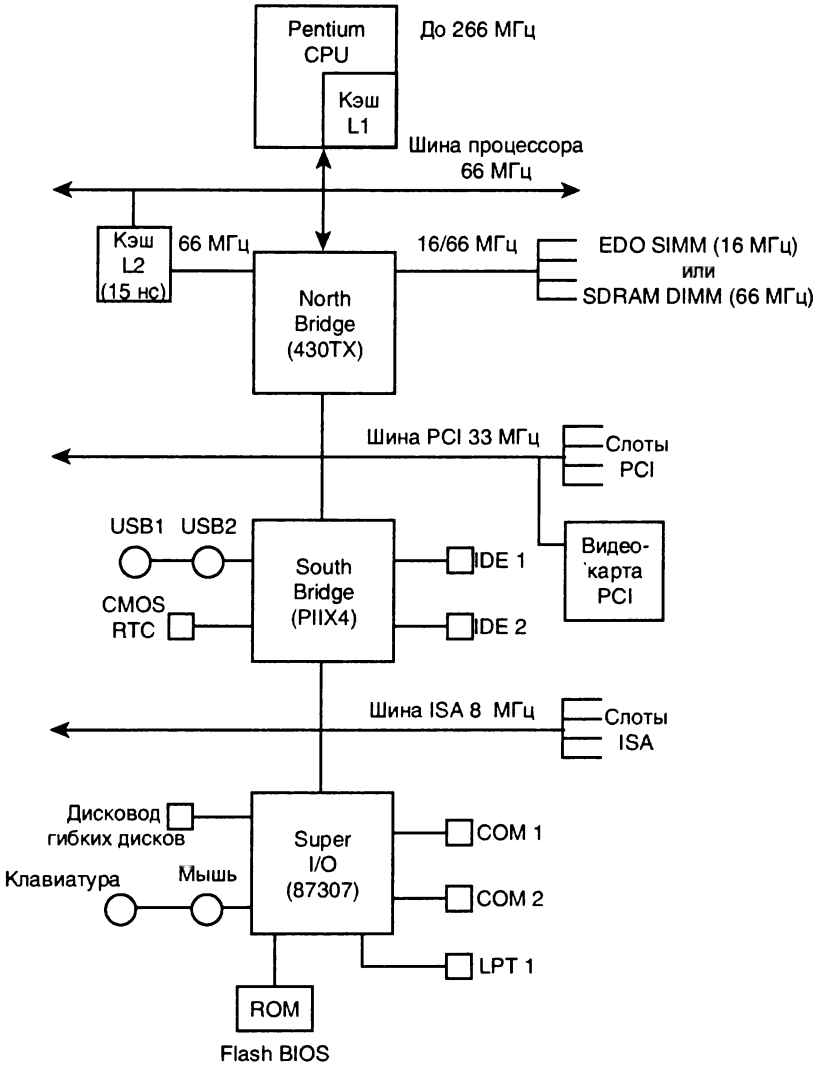


Рис. 4.10. Три главных шины в компьютере с процессором пятого поколения

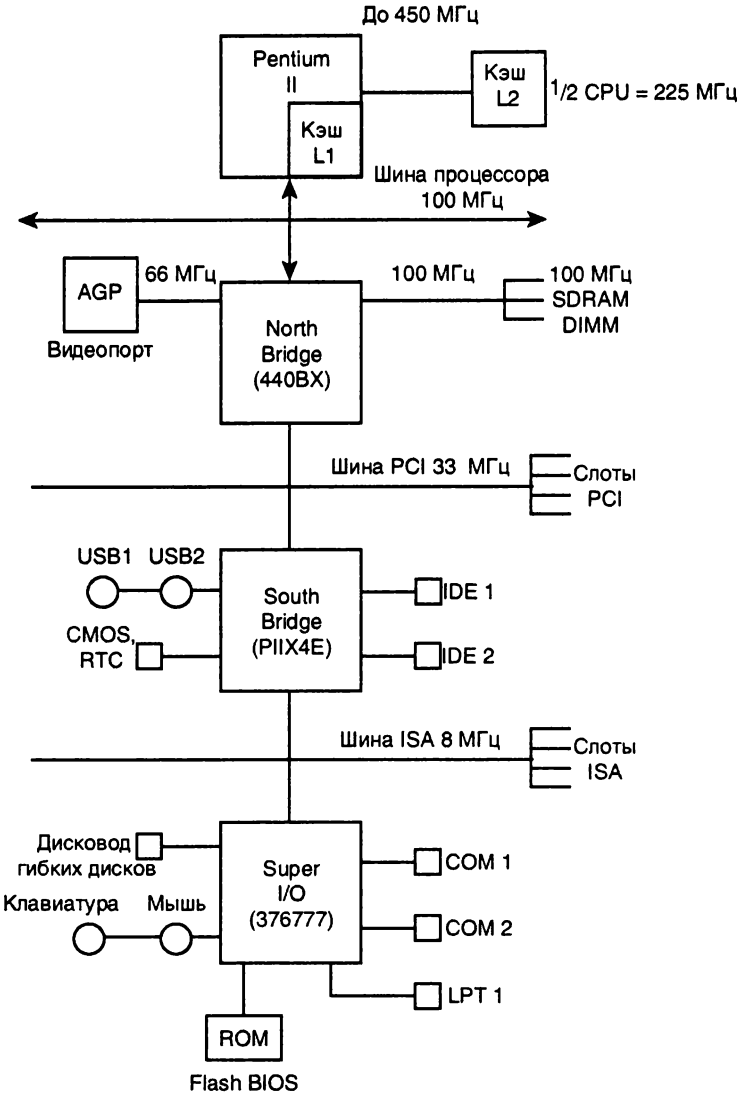


Рис. 4.11. Подключение шин в компьютерах с процессором шестого поколения

Тактовая частота, используемая для передачи данных по шине процессора, соответствует *внешней* частоте процессора. Это следует учитывать, поскольку в большинстве процессоров *внутренняя* тактовая частота, определяющая скорость работы внутренних блоков, может превышать внешнюю. Так, например, Pentium 100 имеет внутреннюю частоту процессора 100 МГц, в то время как внешняя частота составляет всего 66,6 МГц. Процессоры Pentium 133, Pentium 166 и Pentium Pro 200 задают для шины процессора тактовую частоту 66,6 МГц. В большинстве современных компьютеров соотношение собственно частоты процессора и частоты шины соответствует: 1.5x, 2x, 2.5x, 3x и т.д.

Шина процессора, подключенная к процессору, по каждой линии данных может передавать один бит данных в течение одного или двух периодов тактовой частоты. Таким образом,

в компьютере с процессором 486 за один такт можно передать 32 бит данных, а в компьютерах с процессорами Pentium, Pentium Pro и Pentium II — 64 бит.

Для определения скорости передачи данных по шине процессора необходимо умножить разрядность шины данных (32 — для процессора 486 и 64 — для процессора Pentium, Pentium Pro или Pentium II) на тактовую частоту шины (она равна базовой (внешней) тактовой частоте CPU). Процессоры Pentium, Pentium MMX, Pentium Pro или Pentium Pro с базовой тактовой частотой 66 МГц могут передавать один бит по каждой линии данных за один период тактовой частоты, поэтому максимальная скорость передачи данных составляет 528 Мбайт/с:

66 МГц × 64 бит = 4224 Мбит/с;

4224 Мбит/с ÷ 8 = 528 Мбайт/с.

Эта величина характеризует *скорость передачи данных*, называемую также *полосой пропускания шины*, и является максимальной. Как и все максимальные величины, она не соответствует средней рабочей скорости шины, которая приблизительно на 25% меньше. Средняя скорость обмена снижается вследствие влияния многих факторов, например из-за ограниченной скорости поступления информации с системной шины на шину процессора.

Шина памяти

Шина памяти предназначена для передачи информации между процессором и *основной памятью (RAM)*. Эта шина либо является продолжением шины процессора, либо представляет собой независимый набор специальных микросхем для передачи информации между шиной процессора и памятью. Системы, основанные на процессоре с тактовой частотой выше 16 МГц, имеют скорость обмена данными, которая превышает возможности стандартных *динамических* микросхем RAM. В общем, во всех системах с тактовой частотой процессоров выше 16 МГц для сглаживания несоответствий между быстрой шиной процессора и медленной оперативной памятью компьютера используются специальные *микросхемы контроллера памяти*. Обычно это — те же самые ИС, которые применяются в шине ввода-вывода. Шина памяти показана на рис. 4.12.

По шине памяти информация передается с гораздо меньшей скоростью, чем по шине процессора, потому что, во-первых, она состоит из меньшего количества линий данных и, во-вторых, информация в микросхемах памяти не может записываться и воспроизводиться с той скоростью, на которую способен процессор. Слоты для модулей SIMM подключаются к шине памяти почти так же, как слоты расширения подключаются к шине ввода-вывода.

Внимание

Разрядность шины памяти равна разрядности шины процессора. В компьютерах с процессорами Pentium (с 64-разрядной шиной) должна быть 64-разрядная шина памяти. Разрядность шины определяет размер банка памяти. Так, например, в процессоре 486DX4 — 32-разрядная шина, следовательно, одновременно в каждый банк памяти будет отсылаться 32 бит информации. Если вы используете 30-контактные (8-разрядные) модули SIMM, то вам потребуется 4 модуля для формирования банка памяти; если же в системе используются 72-контактные (32-разрядные) модули SIMM, то для формирования банка памяти достаточно будет одного такого модуля. Шина процессора Pentium — 64-разрядная, поэтому для банка памяти всегда требуется два модуля 72-контактных (32-разрядных) модуля SIMM. А если использовать 64-разрядный 168-контактный модуль DIMM, то в систему с 64-разрядной шиной достаточно установить один такой модуль (так как он один образует банк памяти).

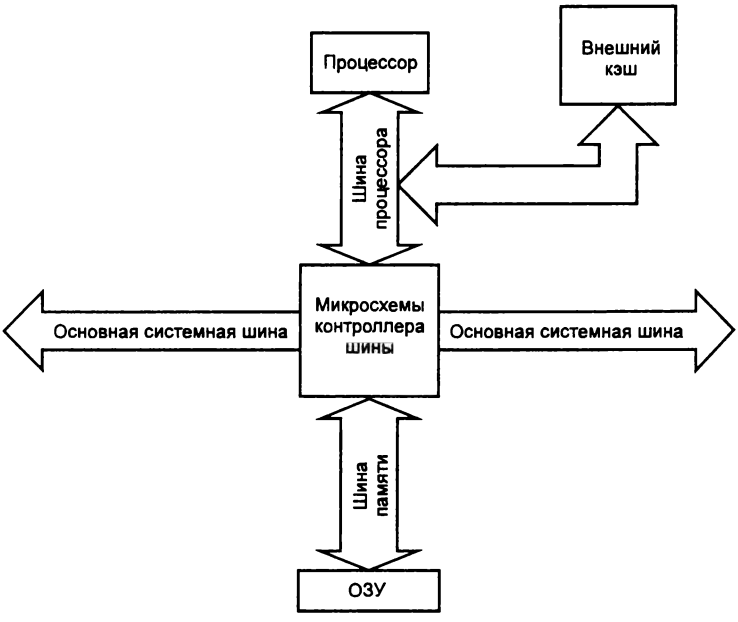


Рис. 4.12. Шина памяти в компьютерах на основе процессора Pentium

Шина адреса фактически является частью шины процессора. Выше уже отмечалось, что шина процессора 486 или Pentium состоит из 32 или 64 линий данных, 32 линий адреса и нескольких линий управления. (В Pentium Pro и Pentium II — по 36 линий адреса.) Именно эти линии адреса и образуют шину адреса. В большинстве блок-схем она не отделяется от шины процессора.

Шина адреса необходима для выполнения операций с памятью. По ней передаются адреса данных. Разрядность шины адреса определяет объем памяти, адресуемой процессором.

Назначение слотов расширения

Шина ввода-вывода позволяет процессору взаимодействовать с периферийными устройствами. Эта шина и подключенные к ней слоты расширения предназначены для того, чтобы компьютер мог выполнить все предъявляемые запросы. Шина ввода-вывода позволяет подключать к компьютеру дополнительные устройства для расширения его возможностей. В слоты расширения устанавливают такие жизненно важные узлы, как *контроллеры накопителей на жестких дисках* и *платы видеоадаптеров*; к ним можно подключить и более специализированные устройства, например *звуковые платы, сетевые интерфейсные платы, адаптеры SCSI* и др.

Замечание

В большинстве современных компьютеров некоторые устройства ввода-вывода установлены непосредственно на системной плате. Ими могут быть контроллер жесткого диска, порт с интерфейсом SCSI, последовательный порт, порт мыши, параллельные порты и сетевой интерфейс. Если эти устройства поддерживаются компонентами South Bridge или Super I/O, то для этих устройств дополнительные слоты на шине ввода-вывода уже не нужны. Тем не менее при взаимодействии с процессором эти встроенные котроллеры и порты используют ту же самую шину.

Количество слотов расширения может быть разным. Например, в первых компьютерах класса PC их было пять, а в компьютерах PC/XT и более поздних PC/AT — восемь; обычно количество слотов расширения не превышает восьми. Чем больше слотов, тем меньше расстояние между устанавливаемыми платами. В первых ПК шаг между ними составлял приблизительно 1 дюйм (2,54 см), в PC/XT он был уменьшен до 0,8 дюйма.

На системных платах некоторых компьютеров имеется один слот расширения, в который вставляется *вертикальная выносная плата*. На ней с обеих сторон есть *разъемы-слоты*. В них устанавливаются платы адаптеров, которые при этом располагаются параллельно системной плате.

Выносные платы используются тогда, когда нужно сделать конструкцию максимально плоской для ее установки в корпус с уменьшенной высотой. Однако независимо от конструкции шина остается такой же, как в обычных компьютерах; единственное отличие заключается в установке выносной платы.

Не следует увлекаться компьютерами с уменьшенной высотой и системами типа Slimline, поскольку в них используется конструкция LPX. Речь идет о нестандартной форме LPX-платы с выносными платами, применение которой приводит к проблемам при ее замене и усложняет обслуживание и добавление новых возможностей.

Разновидности шин ввода-вывода

За время, прошедшее после появления первого ПК, в особенности за последние годы, было разработано довольно много вариантов шин ввода-вывода. Объясняется это просто: для повышения производительности компьютера нужна быстродействующая шина ввода-вывода. Производительность компьютера определяется тремя основными факторами:

- быстродействием процессора;
- качеством программного обеспечения;
- возможностями мультмедиа-компонентов.

Для улучшения каждого из этих параметров нужна шина ввода-вывода с максимальным быстродействием. Как это ни удивительно, значительное число компьютеров до сих пор выпускается с такой же архитектурой шины, которая применялась в компьютерах фирмы IBM класса PC/AT. Однако сейчас ситуация изменилась, поскольку в новых компьютерах используются принципиально другие шины ввода-вывода; их структура постоянно совершенствуется, а стоимость снижается.

Одной из главных причин, препятствующих появлению новых структур шины ввода-вывода, является их несовместимость со старым стандартом PC, который, как надежный якорь, связывает нас с прошлым. В свое время успех компьютеров класса PC предопределила стандартизация — многие фирмы разработали тысячи плат, соответствующих требованиям этого стандарта. Новая, более быстродействующая шина должна быть совместимой с прежним стандартом, иначе все старые платы придется просто выбросить. Поэтому технология производства шин эволюционирует медленно, без резких скачков.

Шины ввода-вывода различаются по архитектуре. Основными из них на сегодняшний день являются:

- промышленная стандартная архитектура ISA (Industry Standard Architecture);
- микроканальная архитектура MCA (Micro Channel Architecture);
- расширенная промышленная стандартная архитектура EISA (Extended Industry Standard Architecture);
- VESA (также называемая VL-Bus или VLB);
- локальная шина PCI;
- AGP;

- PC Card (или PCMCIA);
- FireWire (IEEE-1394);
- USB.

Различия между этими шинами в основном связаны с *объемом одновременно передаваемых данных (разрядностью)* и *скоростью передачи (быстродействием)*. Каждая шина строится на основе специальных микросхем, которые подключаются к шине процессора. Обычно эти же микросхемы используются и для управления шиной памяти (см. рис. 4.12). Рассмотрим каждую из шин более подробно.

Шина ISA

Шина ISA (Industrial Standard Architecture — промышленная стандартная архитектура) использовалась в первом компьютере IBM PC, выпущенном в 1981 году, а в 1984 году — в расширенном 16-разрядном варианте в компьютерах IBM PC/AT. На сегодняшний день это основной тип шины, используемый в большинстве выпускаемых компьютеров. Кажется странным, что в современных высокопроизводительных компьютерах применяется шина с такой "древней" архитектурой, но это объясняется ее надежностью, широкими возможностями и совместимостью. К тому же эта шина до сих пор работает быстрее большинства подключаемых к ней периферийных устройств.

Существует два варианта шины ISA, различающиеся количеством разрядов данных: старая версия является *8-разрядной*, а новая — *16-разрядной*. Старая версия работала на тактовой частоте 4,77 МГц в компьютерах классов PC и XT. Шестнадцатиразрядная версия использовалась в компьютерах класса AT с тактовой частотой 6 и 8 МГц. Позже было достигнуто соглашение о стандартной максимальной тактовой частоте 8,33 МГц для обеих версий шин, что обеспечило их совместимость. В некоторых системах допускается использование шин при работе с большей частотой, но не все платы адаптеров выдерживают такую скорость. Для передачи данных по шине требуется от двух до восьми тактов. Поэтому максимальная скорость передачи данных по шине ISA составляет 8 Мбайт/с:

8 МГц × 16 бит = 128 Мбит/с;

128 Мбит/с ÷ 2 такта = 64 Мбит/с;

64 Мбит/с ÷ 8 = 8 Мбайт/с.

Полоса пропускания 8-разрядной шины вдвое меньше (4 Мбайт/с). Однако не забывайте, что это теоретические максимумы — из-за сложного протокола обмена данными реальная пропускная способность шины намного ниже (обычно вдвое). Но даже в этом случае шина ISA работает быстрее, чем большинство подключенных к ней периферийных устройств.

8-разрядная шина ISA. Эта шина использовалась в первом IBM PC. В новых системах она не применяется, но до сих пор эксплуатируются сотни тысяч компьютеров с такой шиной.

В разъем вставляется плата адаптера с 62 контактами. На разъем выведено 8 линий данных и 20 линий адреса, что позволяет адресовать до 1 Мбайт памяти. Назначение контактов разъема 8-разрядной шины ISA показано на рис. 4.13, а расположение контактов — на рис. 4.14.

Хотя эта шина очень проста, фирма IBM до 1987 года не публиковала ее полного описания и временных диаграмм сигналов на линиях данных и адреса. Поэтому при создании плат адаптеров для первых IBM-совместимых компьютеров разработчикам приходилось самим разбираться в ее работе. По мере распространения IBM-совместимых компьютеров и превращения их в промышленный стандарт процесс разработки существенно упростился.

Плата адаптера для 8-разрядной шины ISA имеет следующие размеры:

высота — 4,2 дюйма (106,68 мм);

длина — 13,13 дюйма (333,5 мм);

толщина — 0,5 дюйма (12,7 мм).

Сигнал	Контакт	Контакт	Сигнал
Общий	B1	A1	-I/O CH CHK
RESET DRV	B2	A2	Данные, бит 7
+5 В	B3	A3	Данные, бит 6
IRQ 2	B4	A4	Данные, бит 5
-5 В	B5	A5	Данные, бит 4
DRQ 2	B6	A6	Данные, бит 3
-12 В	B7	A7	Данные, бит 2
-CARD SLCTD	B8	A8	Данные, бит 1
+12 В	B9	A9	Данные, бит 0
Общий	B10	A10	-I/O CH RDY
-SMEMW	B11	A11	AEN
-SMEMR	B12	A12	Адрес, бит 19
-IOW	B13	A13	Адрес, бит 18
-IOR	B14	A14	Адрес, бит 17
-DACK 3	B15	A15	Адрес, бит 16
DRQ 3	B16	A16	Адрес, бит 15
-DACK 1	B17	A17	Адрес, бит 14
DRQ 1	B18	A18	Адрес, бит 13
-Регенерация	B19	A19	Адрес, бит 12
CLK (4.77 МГц)	B20	A20	Адрес, бит 11
IRQ 7	B21	A21	Адрес, бит 10
IRQ 6	B22	A22	Адрес, бит 9
IRQ 5	B23	A23	Адрес, бит 8
IRQ 4	B24	A24	Адрес, бит 7
IRQ 3	B25	A25	Адрес, бит 6
-DACK 2	B26	A26	Адрес, бит 5
T/C	B27	A27	Адрес, бит 4
BALE	B28	A28	Адрес, бит 3
+5 В	B29	A29	Адрес, бит 2
OSC (14.3 МГц)	B30	A30	Адрес, бит 1
Общий	B31	A31	Адрес, бит 0

Рис. 4.13. Назначение контактов 8-разрядной шины ISA

В компьютерах класса XT и портативных компьютерах класса PC восьмой слот (ближайший к источнику питания) имеет особое назначение, и в него можно вставлять далеко не все платы. Установленная в восьмой слот плата должна выдавать на контакт B8 *сигнал выбора платы*, но он предусмотрен не во всех адаптерах. (Например, в восьмой слот можно вставить плату асинхронного приемопередатчика фирмы IBM или плату клавиатуры/таймера от модели 3270 PC.) Кроме того, к плате, установленной в восьмой слот, предъявляются другие требования по синхронизации, обеспечиваемые *специальным синхронизирующим сигналом*.

Появление этого странного слота объясняется тем, что фирма IBM разрабатывала компьютер XT с расчетом на совместимость со специфической системой 3270 PC, представляющей собой XT, в который можно было установить от трех до шести специальных плат-адаптеров. Восьмой слот был спроектирован специально для установки адаптера клавиатуры/таймера от 3270 PC. Для этой платы был необходим специальный доступ к системной плате, так как она заменяла собой схему управления клавиатурой. Для обеспечения такого доступа и были предусмотрены специальный синхронизирующий сигнал и сигнал выбора платы.

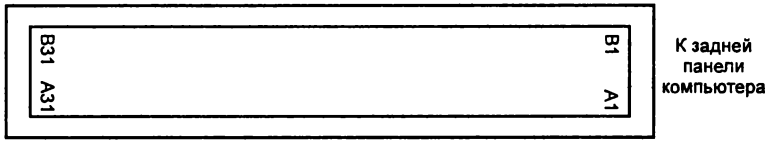


Рис. 4.14. Разъем 8-разрядной шины ISA

16-разрядная шина ISA. Процессор второго поколения 80286 мог обрабатывать 16 бит данных (а не 8 бит, как предшествующий 8086), и перед фирмой IBM возникла проблема создания компьютера следующего поколения. Нужно ли создавать новую шину ввода-вывода и соответствующие слоты расширения или попытаться разработать компьютер, который сможет использовать 8- и 16-разрядные платы? Фирма IBM остановилась на втором варианте, и появился компьютер PC/AT со сдвоенными слотами расширения. Теперь старую 8-разрядную плату можно вставить в основную часть нового слота, а новую 16-разрядную — сразу в обе части.

Замечание

С созданием 16-разрядных слотов расширения в компьютерной терминологии появилось новое понятие — *ключ*. Это вырез в плате адаптера, который при установке платы совпадает (или не совпадает) с выступом на разъеме, что исключает неправильную установку платы. Тем же целям служит и разная длина двух частей разъема шины — вставить плату наоборот невозможно.

Дополнительные сигналы, появляющиеся в связи с увеличением разрядности шины, подведены к 36 контактам второй части разъема. Кроме того, один или два контакта в основной части имеют другое назначение. Список контактов полного слота расширения 16-разрядной шины ISA приведен на рис. 4.15, а на рис. 4.16 показано расположение слотов 8- и 16-разрядной шины ISA.

В некоторых старых платах адаптеров часть нижней кромки, свободной от печатных контактов, выступает вниз и используется для установки элементов и разводки проводников. После установки такого адаптера в слот эта кромка практически касается поверхности системной платы. Если на этом участке системной платы находится продолжение разъема шины, то вставить адаптер невозможно. Для таких плат в компьютере PC/AT имеется два разъема без 16-разрядного расширения. В эти слоты, аналогичные слотам расширения прежних компьютеров, можно вставлять платы расширения PC или XT как с выступом, так и без него.

Замечание

Удлиненные слоты расширения появились в 1984 году. С тех пор конструкция адаптеров изменилась, и современные платы можно без проблем установить в любом компьютере. Большинство современных систем вообще не имеет 8-разрядных слотов, поскольку новые конструкции 8-разрядных адаптеров вполне совместимы с 16-разрядными слотами.

Обычная плата адаптера класса AT имеет следующие размеры:

высота — 4,8 дюйма (121,92 мм);

длина — 13,13 дюйма (333,5 мм);

толщина — 0,5 дюйма (12,7 мм).

В компьютерах класса AT вам могут встретиться платы высотой как 4,8 дюйма, так и 4,2 дюйма (соответствующие старым платам для компьютеров класса PC/XT). Платы с уменьшенной высотой устанавливались в компьютере класса XT модели 286. В данной модели с системной платой, предназначенной для компьютера класса AT, использовался корпус от XT, поэтому высоту плат адаптеров пришлось уменьшить до 4,2 дюйма. После этого большинство фирм-производителей стало выпускать только адаптеры с уменьшенной высотой, которые можно установить в любой корпус.

32-разрядная шина ISA. Спустя некоторое время после выпуска 32-разрядного процессора были разработаны первые стандарты на соответствующую шину. Еще до появления первых проектов архитектур MCA и EISA некоторые фирмы начали разрабатывать свои собственные конструкции, представляющие собой расширение архитектуры ISA. Хотя их было выпущено сравнительно немного, с некоторыми из них вы можете встретиться и сейчас.

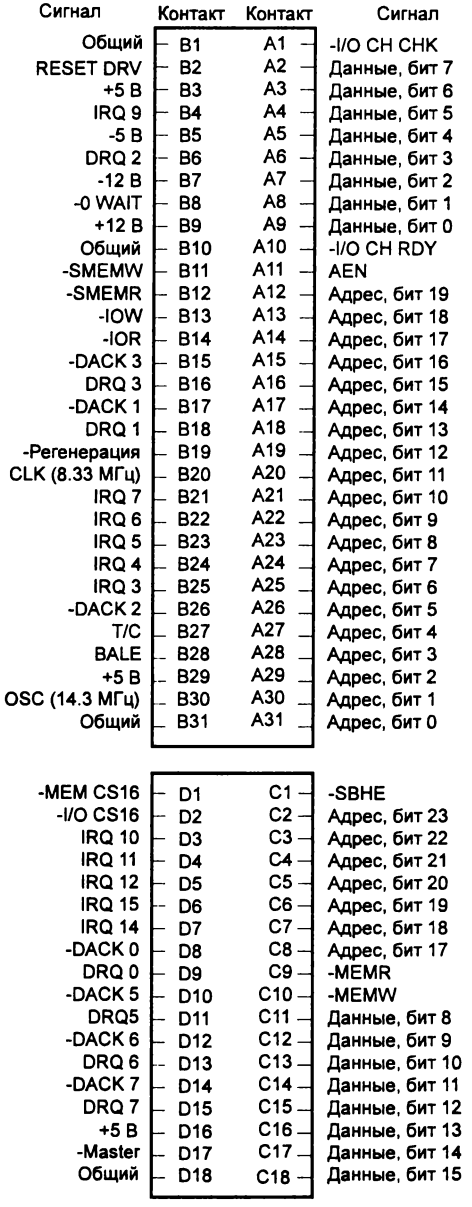


Рис. 4.15. Выводы контактов 16-разрядной шины ISA

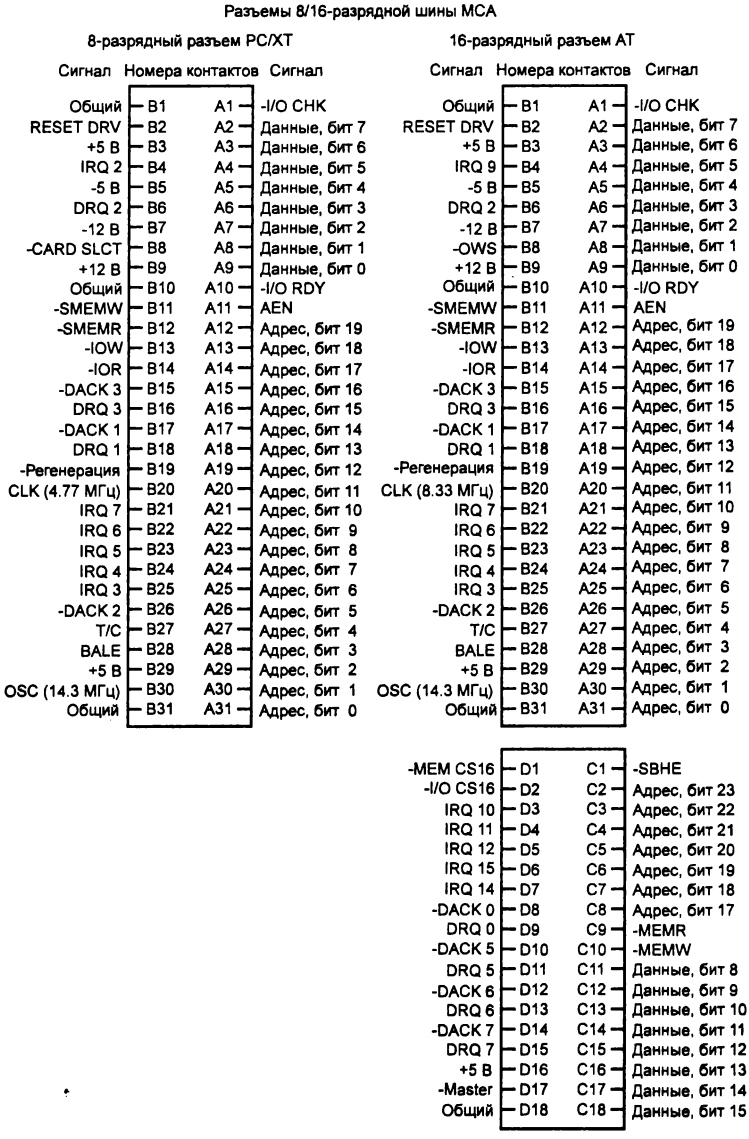


Рис. 4.16. Разъемы 8- и 16-разрядной шин ISA

Дополнительные линии этих шин обычно использовались только при работе с платами расширения памяти и видеоадаптерами. Их параметры и разводки разъемов существенно отличаются от стандартных.

Шина MCA

Появление 32-разрядных ИС привело к тому, что шина ISA перестала соответствовать возможностям нового поколения процессоров. Процессор 386 может оперировать с 32 бит данных одновременно, а шина ISA — только с 16 бит. Вместо того чтобы снова расширить шину ISA, фирма IBM разработала новый стандарт архитектуры. Так появилась *шина MCA (Micro Channel Architecture — микроканальная архитектура)*, которая была совершенно не похожа на шину ISA и во всех отношениях была лучше ее.

IBM не просто хотела заменить старый стандарт ISA новым, но и сорвать на этом большой куш: фирма потребовала от всех изготовителей, которые хотели бы приобрести права на использование новой шины MCA, заплатить за использование шины ISA во всех выпущенных ранее компьютерах. Это непомерное требование привело к разработке альтернативной шины EISA, что существенно замедлило распространение MCA. Еще одной причиной неприятия шины MCA стало то, что платы адаптеров, разработанные для ISA, не совместимы с MCA.

Шина MCA не синхронизирована с процессором, что снижает вероятность возникновения конфликтов и помех между платами адаптеров, установленными в шине.

Замечание

Шина MCA не совместима с ISA, поэтому платы, разработанные для ISA, не будут работать в MCA-системах.

Работать с MCA-компьютерами значительно проще, чем с их предшественниками, — это может подтвердить каждый, кто имел с ними дело. В них нет никаких перемычек или переключателей — ни на системной плате, ни на платах адаптеров. Чтобы вставить плату в компьютер, не надо иметь инженерного образования.

В процессе работы шина MCA может передавать управление отдельным подключенным к ней устройствам. Это значительно повышает ее производительность по сравнению с ISA. (Такими же возможностями обладает и шина EISA.) Любое устройство, подключенное к шине, может получить право на ее исключительное использование для передачи или приема данных с другого соединенного с ней устройства. Запрос передается специализированному устройству, называемому *арбитром шины CACP (Central Arbitration Control Point)*. Арбитр обеспечивает доступ к шине всем устройствам и предотвращает конфликты и монополизацию шины одним из них.

Каждому устройству заранее назначается некоторый *приоритет*. Самый низкий приоритет имеет процессор. Высший приоритет имеют схемы регенерации памяти. Затем следуют каналы прямого доступа к памяти (DMA), а после них — адаптеры, установленные в слотах. Вне приоритетов обслуживаются только *немаскируемые прерывания NMI*, при появлении которых управление немедленно передается процессору.

Стандарт MCA предусматривает четыре разновидности плат адаптеров, размеры которых приведены в табл. 4.13.

Таблица 4.13. Размеры плат адаптеров шины MCA

Тип адаптера	Высота платы, дюймы	Длина платы, дюймы
Тип 3	3,475	12,3
Тип 3 (половинный)	3,475	6,35
Тип 5	4,825	13,1
Тип 9	9,0	13,1

В шине MCA предусмотрено четыре типа слотов:

- 16-разрядные;
- 32-разрядные;
- 16-разрядные слоты с расширениями для плат памяти;
- 16-разрядные слоты с расширениями для видеоадаптеров.

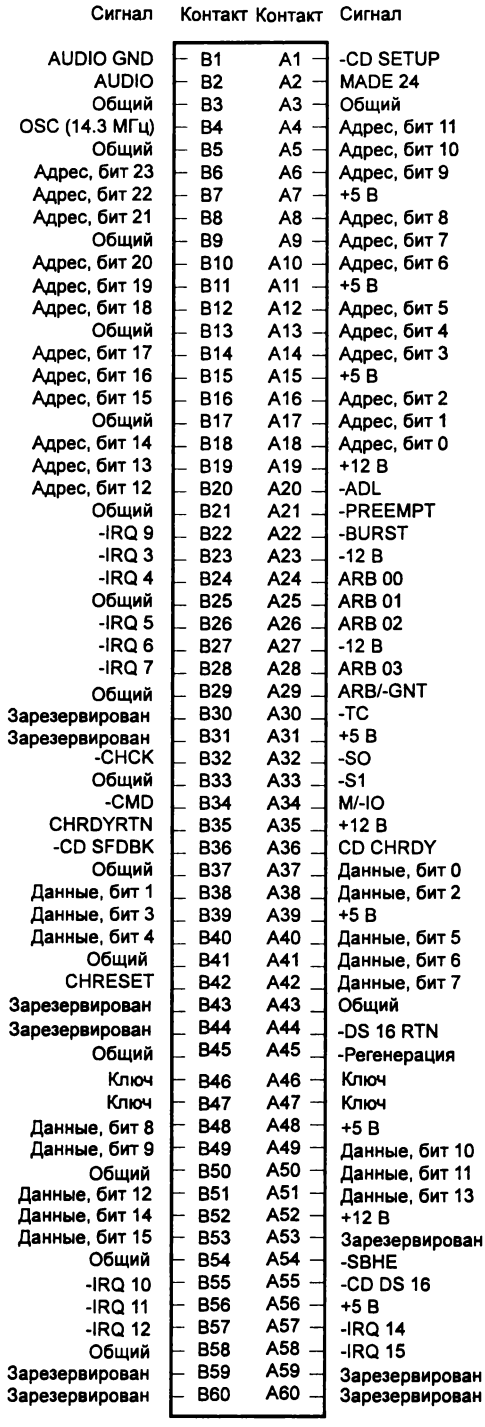


Рис. 4.17. Назначение контактов 16-разрядной шины MCA

16-разрядные разъемы MCA. Именно такие разъемы чаще всего используются в компьютерах с шиной MCA. Их размеры меньше размеров разъемов шины ISA. Сам слот разделен на две секции: одна предназначена для выполнения 8-разрядных операций, другая — для 16-разрядных. Назначение контактов 16-разрядного разъема MCA приведено на рис. 4.17. Контакты B1/A1–B45/A45 предназначены для выполнения 8-разрядных операций, а контакты B48/A48–B58/A58 — для 16-разрядных. Их расположение в разъеме схематично показано на рис. 4.18.

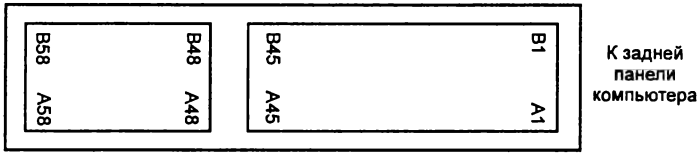


Рис. 4.18. Разъем 16-разрядной шины MCA

32-разрядные разъемы MCA. Кроме основного 16-разрядного слота, в компьютерах с шиной MCA и процессорами 386DX и последующими устанавливается несколько 32-разрядных слотов. Они сконструированы с учетом возможностей этих процессоров по обработке данных и предназначены для адресации памяти. Хотя 32-разрядный слот является лишь расширением основного разъема стандарта MCA (так же, как 16-разрядный слот ISA является расширением исходной 8-разрядной шины), разрабатывался он одновременно с самой шиной. В результате его конструкция оказалась более логичной, чем конструкция 16-разрядного расширения к шине ISA.

Назначение контактов 32-разрядного разъема шины MCA приведено на рис. 4.19. Контакты B1/A1–B58/A58 те же самые, что и в 16-разрядном разъеме, а контакты B59/A59–B89/A89 образуют 32-разрядную секцию. Разъем показан на рис. 4.20.

Расширения для плат памяти. В некоторых компьютерах с шиной MCA, в частности в ПК моделей IBM 70 и 80, установлены слоты с дополнительными линиями, предназначенные для плат расширения памяти. Слоты такого типа устанавливаются далеко не всегда. В одних компьютерах их нет вообще, в других их всего один или два. Дополнительные контакты располагаются в самом начале разъема, который повернут к задней панели компьютера, непосредственно перед контактами B1 и A1. Выяснить, установлены ли такие разъемы в вашем компьютере, можно из документации.

Назначение дополнительных контактов приведено на рис. 4.21, а разъемы для плат памяти показаны на рис. 4.22.

Расширения для видеоадаптеров. Еще один тип слота MCA — это стандартный разъем MCA с дополнительными контактами для видеоадаптеров. Такой слот, предназначенный для увеличения быстродействия видеосистемы, устанавливается практически в каждом компьютере с шиной MCA.

Дополнительные контакты располагаются в самом начале разъема, который повернут к задней панели компьютера, непосредственно перед контактами B1 и A1, т.е. там же, где и контакты для плат памяти предыдущей разновидности слота. Через них плата видеоадаптера получает доступ к встроенной в системную плату *схеме VGA*. При этом на самой плате MCA-совместимого видеоадаптера с высокой разрешающей способностью не нужно дублировать схему, обеспечивающую работу монитора VGA.

Независимо от типа видеоадаптера, подключенного к шине MCA, все программы будут работать нормально, так как встроенная схема VGA не отключается. Дополнительная плата может сосуществовать со схемой VGA и даже использовать некоторые ее элементы, например цифроаналоговый преобразователь.

Обычно в компьютере с шиной MCA устанавливается только один *видеослот*. Это вполне логично, поскольку в обычном компьютере используется только один видеоадаптер. Назначение дополнительных контактов для плат видеоадаптеров приведено на рис. 4.23. Разъемы показаны на рис. 4.24.

Сигнал	Контакт	Контакт	Сигнал
AUDIO GND	B1	A1	-CD SETUP
AUDIO	B2	A2	MADE 24
Общий	B3	A3	Общий
OSC (14.3 МГц)	B4	A4	Адрес, бит 11
Общий	B5	A5	Адрес, бит 10
Адрес, бит 23	B6	A6	Адрес, бит 9
Адрес, бит 22	B7	A7	+5 В
Адрес, бит 21	B8	A8	Адрес, бит 8
Общий	B9	A9	Адрес, бит 7
Адрес, бит 20	B10	A10	Адрес, бит 6
Адрес, бит 19	B11	A11	+5 В
Адрес, бит 18	B12	A12	Адрес, бит 5
Общий	B13	A13	Адрес, бит 4
Адрес, бит 17	B14	A14	Адрес, бит 3
Адрес, бит 16	B15	A15	+5 В
Адрес, бит 15	B16	A16	Адрес, бит 2
Общий	B17	A17	Адрес, бит 1
Адрес, бит 14	B18	A18	Адрес, бит 0
Адрес, бит 13	B19	A19	+12 В
Адрес, бит 12	B20	A20	-ADL
Общий	B21	A21	-PREEMPT
-IRQ 9	B22	A22	-BURST
-IRQ 3	B23	A23	-12 В
-IRQ 4	B24	A24	ARB 00
Общий	B25	A25	ARB 01
-IRQ 5	B26	A26	ARB 02
-IRQ 6	B27	A27	-12 В
-IRQ 7	B28	A28	ARB 03
Общий	B29	A29	ARB/-GNT
Зарезервирован	B30	A30	-TC
Зарезервирован	B31	A31	+5 В
-CHCK	B32	A32	-SO
Общий	B33	A33	-S1
-CMD	B34	A34	M/-IO
CHRDYRTN	B35	A35	+12 В
-CD SFDBK	B36	A36	CD CHRDY
Общий	B37	A37	Данные, бит 0
Данные, бит 1	B38	A38	Данные, бит 2
Данные, бит 3	B39	A39	+5 В
Данные, бит 4	B40	A40	Данные, бит 5
Общий	B41	A41	Данные, бит 6
CHRESET	B42	A42	Данные, бит 7
Зарезервирован	B43	A43	Общий
Зарезервирован	B44	A44	-DS 16 RTN
Общий	B45	A45	-Регенерация
Ключ	B46	A46	Ключ
Ключ	B47	A47	Ключ
Данные, бит 8	B48	A48	+5 В
Данные, бит 9	B49	A49	Данные, бит 10
Общий	B50	A50	Данные, бит 11
Данные, бит 12	B51	A51	Данные, бит 13
Данные, бит 14	B52	A52	+12 В
Данные, бит 15	B53	A53	Зарезервирован
Общий	B54	A54	-SBHE
-IRQ 10	B55	A55	-CD DS 16
-IRQ 11	B56	A56	+5 В
-IRQ 12	B57	A57	-IRQ 14
Общий	B58	A58	-IRQ 15
Зарезервирован	B59	A59	Зарезервирован
Зарезервирован	B60	A60	Зарезервирован

Сигнал	Контакт	Контакт	Сигнал
Зарезервирован	B61	A61	Общий
Зарезервирован	B62	A62	Зарезервирован
Общий	B63	A63	Зарезервирован
Данные, бит 16	B64	A64	Зарезервирован
Данные, бит 17	B65	A65	+ 12 В
Данные, бит 18	B66	A66	Данные, бит 19
Общий	B67	A67	Данные, бит 20
Данные, бит 22	B68	A68	Данные, бит 21
Данные, бит 23	B69	A69	+ 5 В
Зарезервирован	B70	A70	Данные, бит 24
Общий	B71	A71	Данные, бит 25
Данные, бит 27	B72	A72	Данные, бит 26
Данные, бит 28	B73	A73	+ 5 В
Данные, бит 29	B74	A74	Данные, бит 30
Общий	B75	A75	Данные, бит 31
-BE 0	B76	A76	Зарезервирован
-BE 1	B77	A77	+ 12 В
-BE 2	B78	A78	-BE 3
Общий	B79	A79	-DS 32 RTN
TR 32	B80	A80	-CD DS 32
Адрес, бит 24	B81	A81	+ 5 В
Адрес, бит 25	B82	A82	Адрес, бит 26
Общий	B83	A83	Адрес, бит 27
Адрес, бит 29	B84	A84	Адрес, бит 28
Адрес, бит 30	B85	A85	+ 5 В
Адрес, бит 31	B86	A86	Зарезервирован
Общий	B87	A87	Зарезервирован
Зарезервирован	B88	A88	Зарезервирован
Зарезервирован	B89	A89	Общий

Рис. 4.19. Назначение контактов 32-разрядной шины MCA

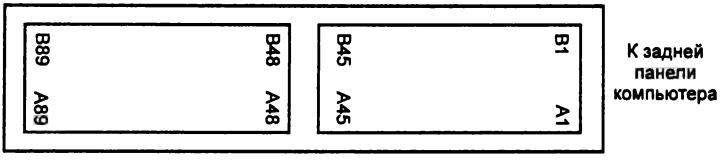
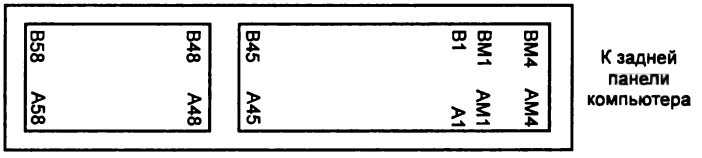


Рис. 4.20. Разъем 32-разрядной шины MCA

Рис. 4.21. Назначение дополнительных контактов для плат расширения памяти шины MCA



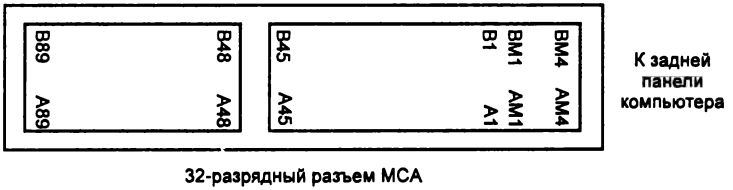


Рис. 4.22. Разъемы шины MCA с дополнительными контактами для плат расширения памяти

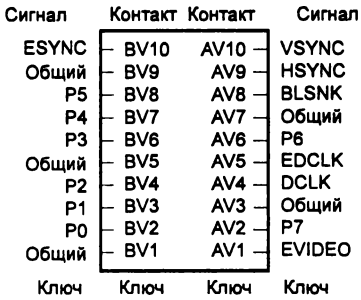


Рис. 4.23. Назначение дополнительных контактов для плат видеоадаптеров шины MCA

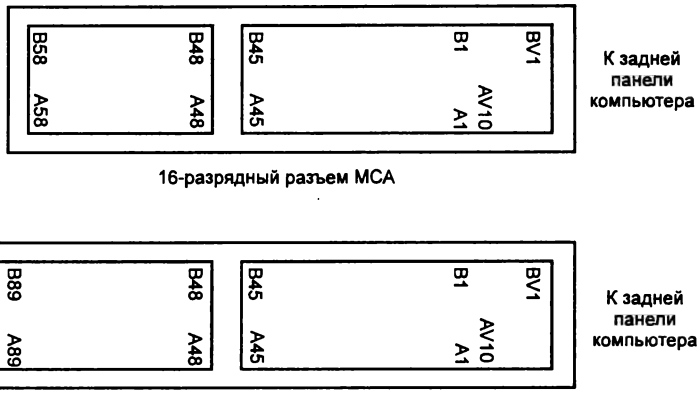


Рис. 4.24. Разъемы шины MCA с дополнительными контактами для плат видеоадаптеров

Хотя шина MCA и была вершиной инженерной мысли, она слишком опережала свое время. В 1987 году мир персональных компьютеров не был готов принять подход *Plug and Play* и, казалось, был полностью поглощен суетой вокруг *перемычек* и *переключателей*. Архитектура MCA представлялась слишком дорогой и совершенно не соответствовала адаптерам шин ISA. В созданной архитектуре MCA был заложен огромный потенциал. Действительно, по многим показателям MCA не уступала современным архитектурам *локальных шин PCI*, но в то время, когда была разработана шина MCA, большинство периферийных устройств работало еще медленнее, чем шина ISA, поэтому вложенный в MCA потенциал просто не мог быть реализован.

В результате фирма IBM сняла с производства компьютеры PS/2, изначально основанные на шине MCA. Хотя в некоторых новых ПК, предлагаемых фирмой IBM, до сих пор используется шина MCA, сейчас проект MCA уже мертв. По крайней мере, мы не знаем ни одной компании разработчиков адаптеров, которые занимались бы конструированием новых продуктов под эту шину.

Шина EISA

Стандарт шины *EISA (Extended Industry Standard Architecture — расширенная промышленная стандартная архитектура)* появился в 1988 году в ответ на требование фирмы IBM лицензировать использование шины MCA. Конкуренты не сочли нужным платить задним числом за давно используемую шину ISA и, проигнорировав новую разработку IBM, создали свой проект шины.

Вначале разработкой шины EISA занималась фирма Compaq, стремившаяся выйти из-под диктата IBM. Compaq прекрасно понимала, что никто не будет производить ее шины, если она останется единственной фирмой, использующей их. Поэтому фирма принялась активно налаживать контакты с другими ведущими производителями компьютерной техники. В результате был создан комитет *EISA* — некоммерческая организация, цель которой — контроль за разработкой и внедрением шины EISA.

Хотя к моменту создания комитета 95% всей работы было выполнено, фирме Compaq удалось привлечь к завершению проекта еще восемь ведущих фирм-производителей. Кроме того, комитет взял на себя контроль за дальнейшим производством и распространением шин EISA, чтобы предупредить монополизацию проекта одной из компаний. Со стороны Compaq это может показаться излишним благородством, но если учесть, что эта фирма знала о разработке и структуре шин больше, чем кто бы то ни был в то время, и к тому же у нее были пол-

ностью готовы к производству собственные специальные и вспомогательные микросхемы, адаптеры и системные платы, то скорейшее внедрение собственной шины выводило эту фирму в мировые лидеры среди производителей компьютерной техники. Но даже став такой же популярной, как MCA, шина EISA продавалась значительно хуже, поэтому "война архитектур", о которой столько кричали средства массовой информации, на самом деле так никогда и не началась. Первые компьютеры с шиной EISA появились в 1989 году.

На основе данного типа архитектуры было разработано несколько адаптеров, которые в основном представляли собой контроллеры дисковых накопителей и сетевые платы. Поэтому системы EISA нашли свое применение в качестве сетевых серверов. Системы EISA никогда не были популярными в настольных издательских системах и не рекомендовались к применению, поскольку существует множество других более быстродействующих и надежных шин. Основным преимуществом систем EISA было то, что они могли свободно использовать существующие платы ISA. Но, к сожалению, в большинстве систем EISA применяются только платы типа ISA. Шина EISA создавалась на основе архитектуры ISA, а не как альтернативная разработка, поэтому различия между ними обусловлены лишь появлением дополнительных возможностей. Такие отличия вполне естественны и очевидны. В шине EISA предусмотрены 32-разрядные слоты для компьютеров с процессорами версии 386DX и выше. Слот шины EISA построен так, что позволяет разрабатывать устройства, обладающие многими возможностями адаптеров MCA, но при этом может работать и с платами, созданными в старом стандарте ISA.

Для того чтобы шина EISA обеспечивала высокую скорость обмена данными с жесткими дисками, вместе с ней необходимо использовать контроллеры, способные брать на себя управление шиной (например, SCSI). По сравнению с 16-разрядной шиной ISA, стандарт EISA предоставляет большие возможности расширения компьютера и позволяет существенно уменьшить вероятность возникновения конфликта между адаптерами.

Количество линий в шине EISA по сравнению с ISA увеличилось до 90 (55 новых), при этом размеры разъема остались прежними. На первый взгляд, 32-разрядный слот EISA выглядит почти так же, как 16-разрядный слот ISA. На самом деле разъем шины EISA является сдвоенным. Первый ряд контактов соответствует 16-разрядному слоту ISA, а остальные расположены в глубине разъема и относятся к расширению EISA.

Печатный разъем платы адаптера EISA приблизительно на 5 мм длиннее разъема платы адаптера шины ISA. Контакты, относящиеся к расширению EISA, доведены до кромки платы, а контакты шины ISA более короткие. При установке платы в разъем контакты EISA проходят через 16-разрядную часть и соединяются в глубине слота с 32-разрядными контактами. В результате получается сдвоенный разъем, в верхней части которого представлены контакты старой шины ISA, а в нижней — новые контакты EISA. Увеличив таким образом производительность шины, удалось избежать ряда проблем, связанных с совместимостью, которые могли бы возникнуть, если бы размеры шины были просто увеличены. Размеры платы EISA таковы:

высота – 5 дюймов (127 мм);

длина — 13,13 дюйма (333,5 мм);

ширина — 0,5 дюйма (12,7 мм).

Мощность, потребляемая каждым установленным в слот адаптером стандарта EISA, может достигать 45 Вт; для питания схемы могут использоваться четыре различных значения напряжения. В этом случае максимальная потребляемая мощность при всех восьми установленных адаптерах составляет 360 Вт, что существенно превышает возможности стандартного источника питания (около 200 Вт). Конечно, большинство плат EISA не потребляет и половины допустимой мощности (как правило, она не превышает аналогичной величины для адаптеров 8- или 16-разрядной шины ISA).

Используя шину EISA, можно передавать до 32 бит данных одновременно с тактовой частотой 8,33 МГц. В большинстве случаев передача данных осуществляется минимум за два такта, хотя возможна и большая скорость передачи (если плата адаптера имеет достаточное быстродействие). Максимальная полоса пропускания шины составляет около 33 Мбайт/с:

8,33 МГц × 32 бита = 266,56 Мбит/с;

266,56 Мбит/с + 8 = 33,32 Мбайт/с.

При работе с 8- или 16-разрядными платами расширения стандарта ISA передача данных осуществляется менее эффективно. Отметим, что приведенные числа соответствуют теоретическому максимуму. *Состояния ожидания*, *прерывания* и другие факторы снижают среднюю скорость передачи приблизительно вдвое. Назначение контактов шины EISA приведено на рис. 4.25, а сама шина показана на рис. 4.26.

Автоматическая настройка. В компьютерах с шиной EISA предусмотрена автоматическая настройка прерываний и адресов адаптеров. В компьютерах с шиной ISA и несколькими платами адаптеров при неправильной установке перемычек или переключателей недоразумения практически неизбежны. Программа автоматической настройки, разработанная для шины EISA, обнаруживает возможные конфликты и конфигурирует систему так, чтобы их исключить. Однако вы можете и сами установить желаемую конфигурацию с помощью перемычек и переключателей, что бывает необходимо, например, при поиске неисправностей. Конечно, автоматическая настройка появилась впервые не в шине EISA, а, как мы уже знаем, в шине MCA. Однако именно в шине EISA впервые была реализована возможность совместного использования одного прерывания несколькими картами; такая возможность широко используется в шине PCI.

Замечание

Хотя в компьютерах с шиной ISA автоматическая настройка не предусмотрена, однако это теперь доступно в системах и компонентах Plug and Play.

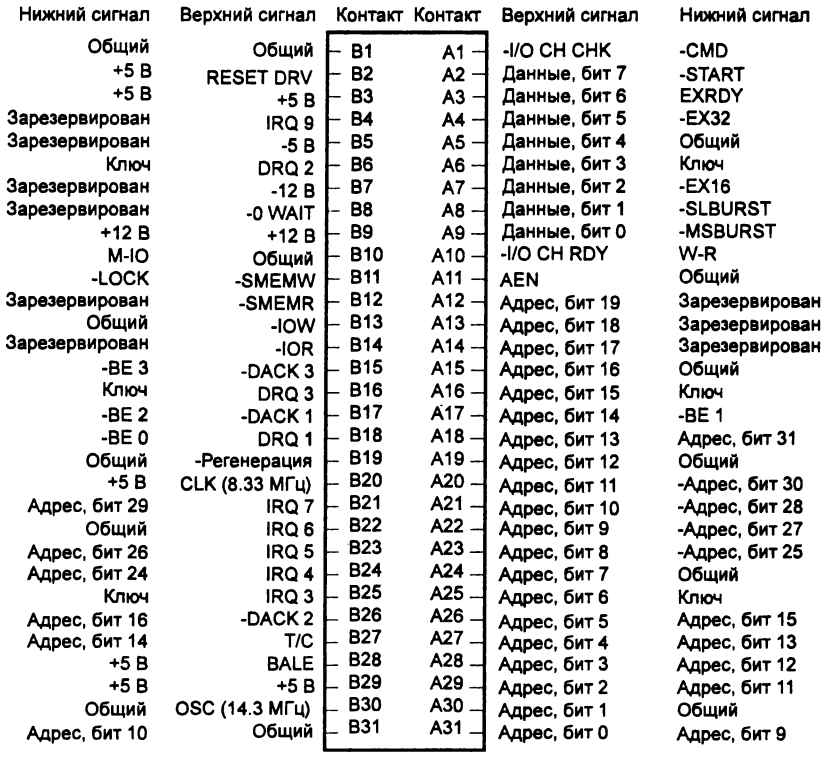
Локальные шины

Шины ISA, MCA и EISA имеют один общий недостаток — сравнительно низкое быстродействие. Это ограничение существовало еще во времена первых ПК, в которых шина ввода-вывода работала с той же скоростью, что и шина процессора. Быстродействие шины процессора возрастало, а характеристики шин ввода-вывода улучшались в основном за счет увеличения их разрядности. Ограничивать быстродействие шин приходилось потому, что большинство произведенных плат адаптеров не могло работать при повышенных скоростях обмена данными.

На рис. 4.27 в общем виде показано, как шины в обычном компьютере используются для подключения устройств.

Некоторым пользователям мысль о том, что компьютер работает медленнее, чем может, не дает покоя. Однако быстродействие шины ввода-вывода в большинстве случаев не играет роли. Например, при работе с клавиатурой или мышью высокое быстродействие не требуется, поскольку в этой ситуации производительность компьютера определяется самим пользователем. Оно действительно необходимо только в подсистемах, где важна высокая скорость обмена данными, например в контроллерах дисплея и дисковых накопителей.

Проблема, связанная с быстродействием шины, стала актуальной в связи с распространением графических пользовательских интерфейсов (например, Windows). При работе с ними обрабатываются такие большие массивы данных, что шина ввода-вывода становится самым узким местом системы. В конечном счете мощный процессор с тактовой частотой, например, 66 МГц оказывается совершенно бесполезным, поскольку данные по шине ввода-вывода передаются в восемь раз медленнее (тактовая частота — около 8 МГц).



Нижний сигнал	Верхний сигнал	Контакт	Контакт	Верхний сигнал	Нижний сигнал
Общий	Общий	B1	A1	-I/O CH CHK	-CMD
+5 В	RESET DRV	B2	A2	Данные, бит 7	-START
+5 В	+5 В	B3	A3	Данные, бит 6	EXRDY
Зарезервирован	IRQ 9	B4	A4	Данные, бит 5	-EX32
Зарезервирован	-5 В	B5	A5	Данные, бит 4	Общий
Ключ	DRQ 2	B6	A6	Данные, бит 3	Ключ
Зарезервирован	-12 В	B7	A7	Данные, бит 2	-EX16
Зарезервирован	-0 WAIT	B8	A8	Данные, бит 1	-SLBURST
+12 В	+12 В	B9	A9	Данные, бит 0	-MSBURST
M-IO	Общий	B10	A10	-I/O CH RDY	W-R
-LOCK	-SMEMW	B11	A11	AEN	Общий
Зарезервирован	-SMEMR	B12	A12	Адрес, бит 19	Зарезервирован
Общий	-IOW	B13	A13	Адрес, бит 18	Зарезервирован
Зарезервирован	-IOR	B14	A14	Адрес, бит 17	Зарезервирован
-BE 3	-DACK 3	B15	A15	Адрес, бит 16	Общий
Ключ	DRQ 3	B16	A16	Адрес, бит 15	Ключ
-BE 2	-DACK 1	B17	A17	Адрес, бит 14	-BE 1
-BE 0	DRQ 1	B18	A18	Адрес, бит 13	Адрес, бит 31
Общий	-Регенерация	B19	A19	Адрес, бит 12	Общий
+5 В	CLK (8.33 МГц)	B20	A20	Адрес, бит 11	-Адрес, бит 30
Адрес, бит 29	IRQ 7	B21	A21	Адрес, бит 10	-Адрес, бит 28
Общий	IRQ 6	B22	A22	Адрес, бит 9	-Адрес, бит 27
Адрес, бит 26	IRQ 5	B23	A23	Адрес, бит 8	-Адрес, бит 25
Адрес, бит 24	IRQ 4	B24	A24	Адрес, бит 7	Общий
Ключ	IRQ 3	B25	A25	Адрес, бит 6	Ключ
Адрес, бит 16	-DACK 2	B26	A26	Адрес, бит 5	Адрес, бит 15
Адрес, бит 14	T/C	B27	A27	Адрес, бит 4	Адрес, бит 13
+5 В	BALE	B28	A28	Адрес, бит 3	Адрес, бит 12
+5 В	+5 В	B29	A29	Адрес, бит 2	Адрес, бит 11
Общий	OSC (14.3 МГц)	B30	A30	Адрес, бит 1	Общий
Адрес, бит 10	Общий	B31	A31	Адрес, бит 0	Адрес, бит 9

Адрес, бит 8	-MEM CS16	D1	C1	-SBHE	Адрес, бит 7
Адрес, бит 6	-I/O CS16	D2	C2	Адрес, бит 23	Общий
Адрес, бит 5	IRQ 10	D3	C3	Адрес, бит 22	Адрес, бит 4
+5 В	IRQ 11	D4	C4	Адрес, бит 21	Адрес, бит 3
Адрес, бит 4	IRQ 12	D5	C5	Адрес, бит 20	Общий
Ключ	IRQ 15	D6	C6	Адрес, бит 19	Ключ
Данные, бит 16	IRQ 14	D7	C7	Адрес, бит 18	Данные, бит 17
Данные, бит 18	-DACK 0	D8	C8	Адрес, бит 17	Данные, бит 19
Общий	DRQ 0	D9	C9	-MEMR	Данные, бит 20
Данные, бит 21	-DACK 5	D10	C10	-MEMW	Данные, бит 22
Данные, бит 23	DRQ5	D11	C11	Данные, бит 8	Общий
Данные, бит 24	-DACK 6	D12	C12	Данные, бит 9	Данные, бит 25
Общий	DRQ 6	D13	C13	Данные, бит 10	Данные, бит 26
Данные, бит 27	-DACK 7	D14	C14	Данные, бит 11	Данные, бит 28
Ключ	DRQ 7	D15	C15	Данные, бит 12	Ключ
Данные, бит 29	+5 В	D16	C16	Данные, бит 13	Общий
+5 В	-Master	D17	C17	Данные, бит 14	Данные, бит 30
+5 В	Общий	D18	C18	Данные, бит 15	Данные, бит 31
-MAKx		D19	C19		-MREQx

Рис. 4.25. Назначение контактов разъема шины EISA

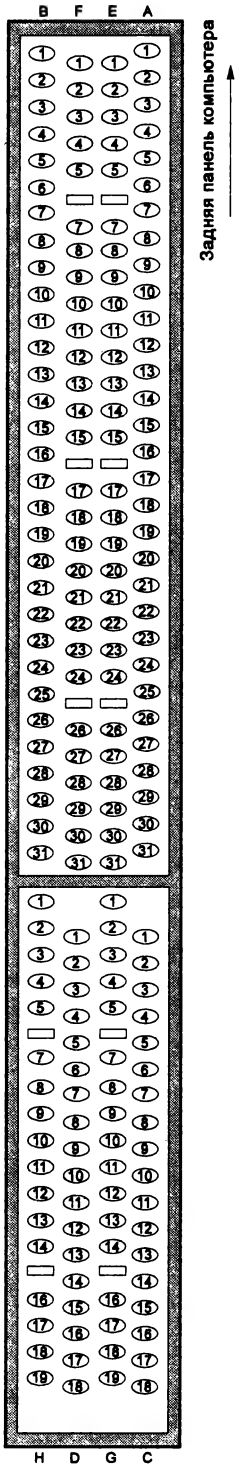


Рис. 4.26. Разъем шины EISA

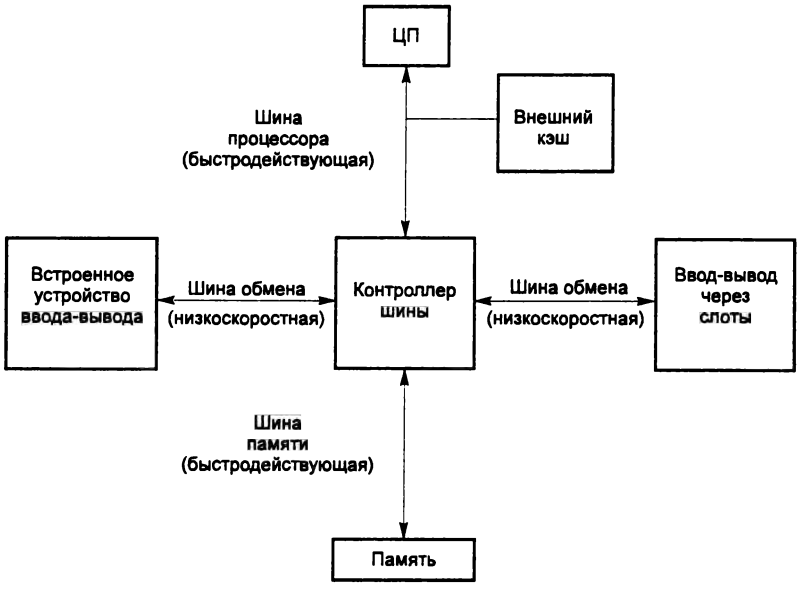


Рис. 4.27. Использование шин для подключения устройств в обычном компьютере

Очевидное решение состоит в том, чтобы часть операций по обмену данными осуществлялась не через слоты шины ввода-вывода, а через *дополнительные быстродействующие слоты*. Наилучшее решение этой проблемы состоит в том, чтобы расположить дополнительные слоты ввода-вывода на самой быстродействующей шине, т.е. на шине процессора (это напоминает подключение внешнего кэша (рис. 4.28)).

Такая конструкция получила название *локальной шины* (Local Bus), поскольку внешние устройства (платы адаптеров) теперь имеют доступ к шине процессора (ближайшей к нему шине). Конечно, слоты локальной шины должны отличаться от слотов шины ввода-вывода, чтобы в них нельзя было вставить платы "медленных" адаптеров.

Интересно, что первые 8- и 16-разрядные шины ISA имели архитектуру локальных шин. В этих системах в качестве основной шины использовалась шина процессора, и все устройства работали со скоростью процессора. Когда тактовая частота в системах ISA превысила 8 МГц, основная шина компьютера отделилась от шины процессора, которая уже не могла выполнять эти функции. Появившийся в 1992 году расширенный вариант шины ISA, который назывался *VESA Local Bus* (или *VL-Bus*), ознаменовал возврат к архитектуре локальных шин. В настоящее время к локальным относятся шины VESA, PCI и AGP.

Замечание

Для организации в компьютере локальной шины совсем не обязательно устанавливать слоты расширения: устройство, использующее локальную шину, можно смонтировать непосредственно на системной плате. В первых компьютерах с локальной шиной использовался именно такой вариант.

Локальная шина не заменяет собой прежних стандартов, а дополняет их. Основными шинами компьютера, как и раньше, остаются ISA и EISA, но к ним добавляется один или несколько слотов локальной шины. При этом сохраняется совместимость со старыми платами расширения, а быстродействующие адаптеры устанавливаются в слоты локальной шины, при этом реализуются все их возможности. Поэтому обычно в современном настольном компьютере имеются слоты ISA, PCI и AGP.

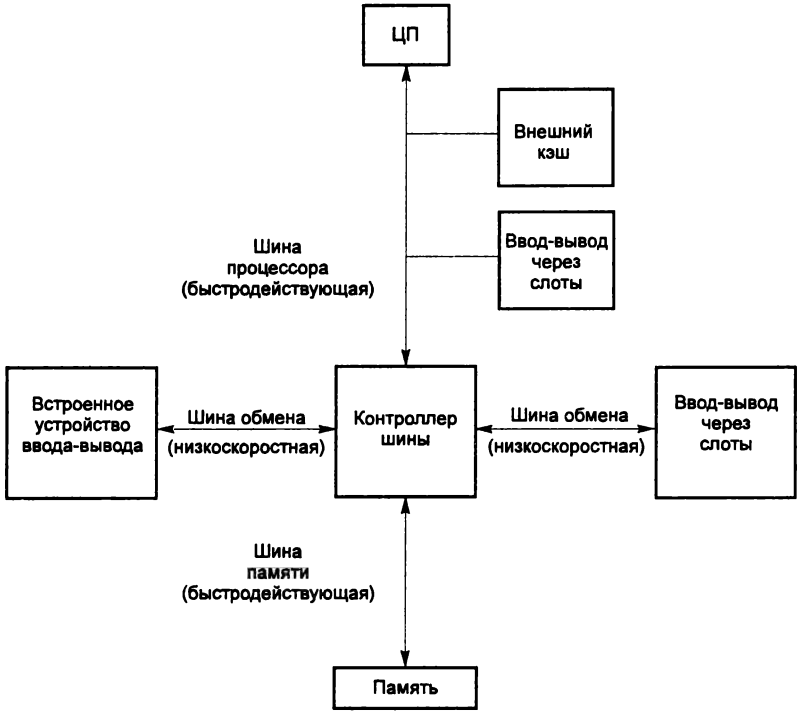


Рис. 4.28. Работа локальной шины

Фактически, компьютеры под управлением Windows и OS/2 могут эффективно работать только в том случае, если карты видеоадаптеров установлены на шинах PCI или AGP.

Локальная шина VESA

Локальная шина VESA была самой популярной из всех локальных шин со дня ее презентации в августе 1992 года и до 1994 года. Эта шина является продуктом комитета VESA — некоммерческой организации, созданной при участии фирмы NEC для контроля за развитием и стандартизацией видеосистем и шин. Компания NEC разработала *VL-Bus*, так в дальнейшем мы будем называть эту шину, а затем создала комитет, который должен был внедрить эту разработку в жизнь. В своем первоначальном варианте слоты локальной шины использовались почти исключительно для установки видеоадаптеров. Основным направлением, на которое делала упор фирма NEC при разработке и реализации своей компьютерной продукции, было повышение качества и эффективности работы компьютерных видеосистем. К 1991 году видеосистемы стали узким местом во многих компьютерах.

Приемлемое решение предложила ассоциация VESA (Video Electronics Standards Association), которая разработала конструкцию стандартной локальной шины, названной *локальной шиной VESA*, или просто *VL-Bus*. Как и в первых конструкциях локальной шины, через слот VL-Bus можно получить непосредственный доступ к системной памяти, а ее быстродействие равно быстродействию самого процессора. По VL-Bus можно выполнять 32-разрядный обмен данными между процессором и совместимым видеоадаптером или жестким диском, т.е. ее разрядность соответствует разрядности процессора 486. Максимальная пропускная способность VL-Bus составляет 128–132 Мбайт/с. В результате удается обойти передавать данные в обход шины ввода-вывода — этого узкого "бутылочного горлышка", через которое данные "просачиваются" как вязкая жидкость через толстый фильтр.

Кроме того, использование VL-Bus позволяет изготовителям интерфейсных плат жестких дисков устранить еще одно традиционное ограничение: низкую скорость обмена данными между жестким диском и процессором. Обычный 16-разрядный IDE-накопитель и его интерфейс могут обеспечить скорость передачи данных не выше 5 Мбайт/с, а адаптеры жесткого диска для VL-Bus позволяют увеличить ее до 8 Мбайт/с. В реальных условиях пропускная способность этих адаптеров несколько ниже, тем не менее VL-Bus существенно повышает быстродействие накопителей на жестких дисках.

При всех своих достоинствах VL-Bus (и другие локальные шины) не лишены недостатков. Некоторые из них приведены ниже.

- *Ориентация на процессор 486.* VL-Bus жестко привязана к шине процессора 486, которая отличается от шины Pentium (и от шин будущих процессоров). Шина VL-Bus, которая обладала бы быстродействием процессора Pentium, пока еще не разработана, хотя предложено несколько временных решений (например, переключение быстродействия или организация переходных шин). К сожалению, все эти решения малоэффективны.
- *Ограниченное быстродействие.* Стандарт VL-Bus допускает работу на тактовых частотах 40–50 МГц, но частотные характеристики разъемов VL-Bus ограничиваются 33 МГц. В системах с более быстродействующим процессором работа должна выполняться на частоте, допустимой для VL-Bus. В противном случае система перейдет в состояние ожидания. Если в компьютере установлен переключатель для повышения тактовой частоты процессора (например, для увеличения ее в два раза), то VL-Bus будет использовать в качестве тактовой базовую частоту процессора.
- *Схемотехнические ограничения.* К качеству импульсных сигналов, передаваемых по шине процессора, предъявляются очень жесткие требования, причем зависят они от типа процессора. Соблюсти их можно только при определенных параметрах нагрузки на каждую из линий шины, т.е. к локальной шине должны быть подключены вполне конкретные элементы, например внешний кэш и контроллер шины. При добавлении новых плат нагрузка на линии шины возрастает. Если не принять соответствующих мер, это может привести к искажению импульсных сигналов, а в результате — к потерям данных, нарушению синхронизации и другим сбоям как в самом процессоре, так и в адаптерах VL-Bus.
- *Ограниченное количество плат.* Количество одновременно используемых адаптеров VL-Bus ограничено. Стандарт VL-Bus допускает одновременную установку трех плат, но только при тактовой частоте до 40 МГц и малой нагрузке на шину. При ее увеличении и повышении тактовой частоты возможное количество адаптеров уменьшается. При частоте 50 МГц и большой нагрузке разрешается устанавливать всего одну плату VL-Bus, что не всегда допустимо на практике.

Вероятно, VL-Bus может показаться не самой совершенной инженерной разработкой. Но что на самом деле является ее отличительной чертой, так это простота конструкции. С ее помощью можно напрямую подключить контакты процессора к гнезду разъема платы. Другими словами, VL-Bus представляет собой канал шины процессора 486, а это делает конструкцию шины чрезвычайно дешевой, поскольку установка дополнительных специальных и интерфейсных микросхем не требуется. В конструируемую системную плату можно вставить слоты VL-Bus.

К сожалению, конструкция шины процессора 486 не предназначена для подключения к ней сразу нескольких устройств. Проблемы возникают в связи со сложностью синхронизации устройств, имеющих различные характеристики. Поскольку VL-Bus работает на той же частоте, что и шина процессора, а различия в частотах процессора сказываются на частоте шин, достичь полной совместимости очень сложно. Хотя шину VL-Bus, в принципе, можно приспособить для разных процессоров, включая 386 и даже Pentium, она разрабатывалась для процессора 486 и лучше всего работает именно с ним. Несмотря на свою дешевизну с появ-

лением *шины PCI (Peripheral Component Interconnect)* шина VL-Bus уходит в небытие. Она никогда не сможет ужиться с системой Pentium, поэтому в компьютерной индустрии прекращены все разработки, связанные с этой шиной.

Шины VL-Bus могут пригодиться при обслуживании существующих систем или в качестве дешевого дополнения к устаревшим системам для повышения их быстродействия.

Слоты VL-Bus устанавливаются в дополнение к уже существующим в компьютере слотам основной шины ввода-вывода. Если в вашем компьютере установлена шина ISA, разъемы VL-Bus располагаются на системной плате как продолжение имеющихся слотов 16-разрядной шины ISA. Так же устанавливаются слоты VL-Bus и в компьютерах с шиной EISA или MCA. Расположение слотов VL-Bus в компьютере с шиной EISA показано на рис. 4.29. В дополнительных слотах EISA есть 112 сигнальных линий, для которых используются те же разъемы, что и в 16-разрядной шине MCA.

Дополнительные разъемы VL-Bus содержат всего 116 контактов. Полная разводка контактов платы адаптера зависит от типа основной шины, вместе с которой используется VL-Bus. В табл. 4.14 приведено назначение контактов только для дополнительного разъема. (Если для контакта указано два разных сигнала, второй из них относится к работе платы в 64-разрядном режиме.)

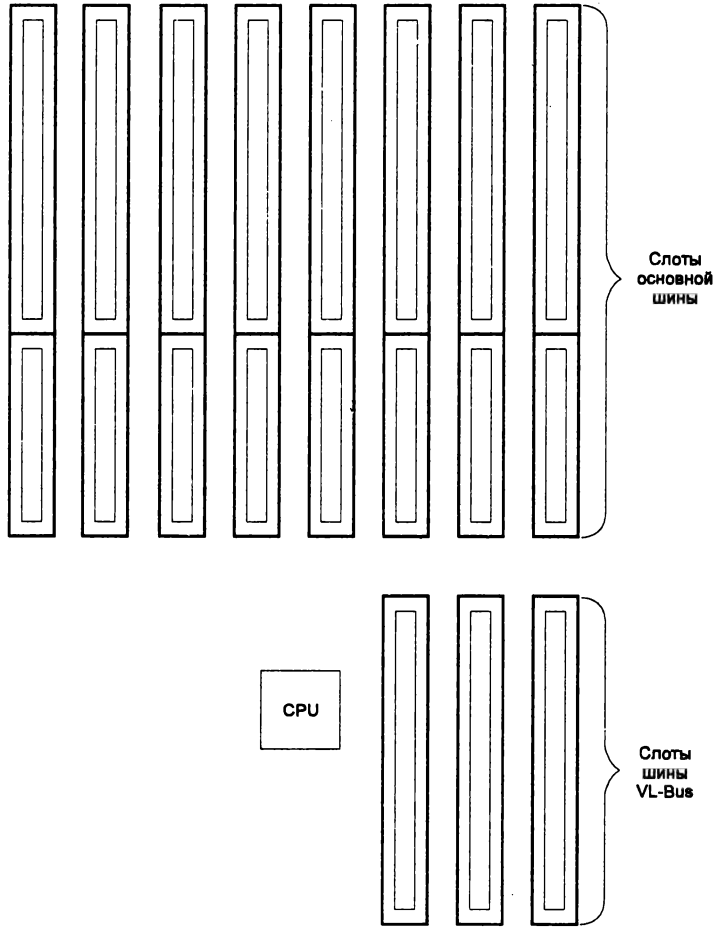


Рис. 4.29. Слоты шины VL-Bus стандарта ISA

Таблица 4.14. Назначение контактов шины VL-Bus

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B1	Данные, бит 0	A1	Данные, бит 1
B2	Данные, бит 2	A2	Данные, бит 3
B3	Данные, бит 4	A3	Общий
B4	Данные, бит 6	A4	Данные, бит 5
B5	Данные, бит 8	A5	Данные, бит 7
B6	Общий	A6	Данные, бит 9
B7	Данные, бит 10	A7	Данные, бит 11
B8	Данные, бит 12	A8	Данные, бит 13
B9	VCC	A9	Данные, бит 15
B10	Данные, бит 14	A10	Общий
B11	Данные, бит 16	A11	Данные, бит 17
B12	Данные, бит 18	A12	VCC
B13	Данные, бит 20	A13	Данные, бит 19
B14	Общий	A14	Данные, бит 21
B15	Данные, бит 22	A15	Данные, бит 23
B16	Данные, бит 24	A16	Данные, бит 25
B17	Данные, бит 26	A17	Общий
B18	Данные, бит 28	A18	Данные, бит 27
B19	Данные, бит 30	A19	Данные, бит 29
B20	VCC	A20	Данные, бит 31
B21	Адрес, бит 31 или данные, бит 63	A21	Адрес, бит 30 или данные, бит 62
B22	Общий	A22	Адрес, бит 28 или данные, бит 60
B23	Адрес, бит 29 или данные, бит 61	A23	Адрес, бит 26 или данные, бит 58
B24	Адрес, бит 27 или данные, бит 59	A24	Общий
B25	Адрес, бит 25 или данные, бит 57	A25	Адрес, бит 24 или данные, бит 56
B26	Адрес, бит 23 или данные, бит 55	A26	Адрес, бит 22 или данные, бит 54
B27	Адрес, бит 21 или данные, бит 53	A27	VCC
B28	Адрес, бит 19 или данные, бит 51	A28	Адрес, бит 20 или данные, бит 52
B29	Общий	A29	Адрес, бит 18 или данные, бит 50
B30	Адрес, бит 17 или данные, бит 49	A30	Адрес, бит 16 или данные, бит 48
B31	Адрес, бит 15 или данные, бит 47	A31	Адрес, бит 14 или данные, бит 46
B32	VCC	A32	Адрес, бит 12 или данные, бит 44
B33	Адрес, бит 13 или данные, бит 45	A33	Адрес, бит 10 или данные, бит 42
B34	Адрес, бит 11 или данные, бит 43	A34	Адрес, бит 8 или данные, бит 40
B35	Адрес, бит 9 или данные, бит 41	A35	Общий

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B36	Адрес, бит 7 или данные, бит 39	A36	Адрес, бит 6 или данные, бит 38
B37	Адрес, бит 5 или данные, бит 37	A37	Адрес, бит 4 или данные, бит 36
B38	Общий	A38	Write Back
B39	Адрес, бит 3 или данные, бит 35	A39	Byte Enable 0 или 4
B40	Адрес, бит 2 или данные, бит 34	A40	VCC
B41	Не используется или LBS64 #	A41	Byte Enable 1 или 5
B42	Reset	A42	Byte Enable 2 или 6
B43	Data/Code Status	A43	Общий
B44	Memory-I/O Status или данные, бит 33	A44	Byte Enable 3 или 7
B45	Write/Read Status или данные, бит 32	A45	Address Data Strobe
B46	Access key	A46	Access key
B47	Access key	A47	Access key
B48	Ready Return	A48	Local Ready
B49	Общий	A49	Local Device
B50	IRQ 9	A50	Local Request
B51	Burst Ready	A51	Общий
B52	Burst Last	A52	Local Bus Grant
B53	ID0	A53	VCC
B54	ID1	A54	ID2
B55	Общий	A55	ID3
B56	Local Clock	A56	ID4 или ACK64 #
B57	VCC	A57	Не используется
B58	Local Bus Size 16	A58	Loc/Ext Address Data Strobe

Расположение контактов в этом разъеме VL-Bus показано на рис. 4.30.

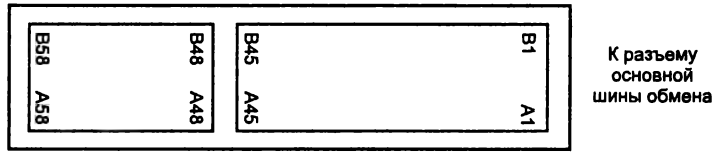


Рис. 4.30. Разъем шины VL-Bus

Шина PCI

В начале 1992 года фирма Intel организовала *группу особого назначения PCI (Special Interest Group)*, перед которой была поставлена так же задача, что и перед группой VESA, — разработать новую шину, в которой были бы устранены все недостатки шин ISA и EISA.

В июне 1992 года появилась *шина PCI (Peripheral Component Interconnect bus — шина взаимосвязи периферийных компонентов)*, а в апреле 1993 года она была модернизирована.

Ее создатели отказались от традиционной концепции, введя еще одну шину между процессором и обычной шиной ввода-вывода. Вместо того чтобы подключить ее непосредственно к шине процессора, весьма чувствительной к подобным вмешательствам (о чем говорилось в предыдущем разделе), они разработали новый комплект микросхем контроллеров для расширения шины (рис. 4.31).

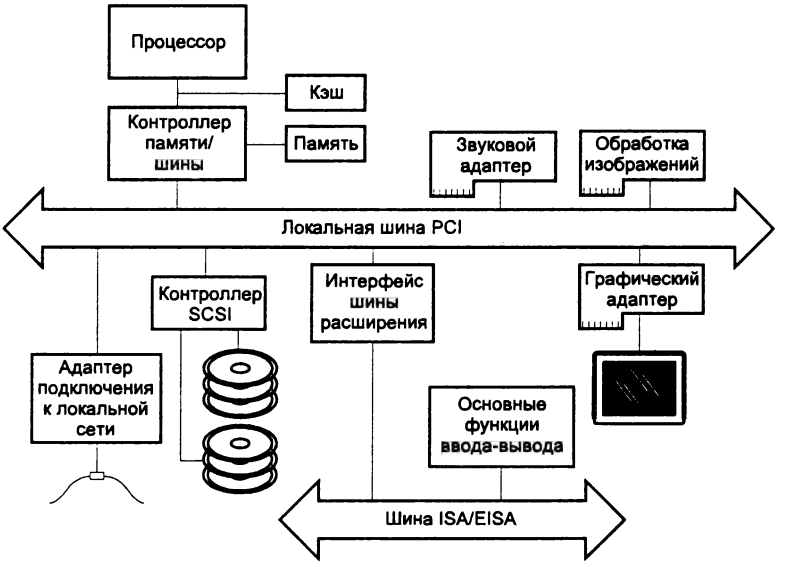


Рис. 4.31. Принцип построения шины PCI

Шина PCI добавляет к традиционной конфигурации шин еще один уровень. При этом обычная шина ввода-вывода не используется, а создается фактически еще одна высокоскоростная системная шина с разрядностью, равной разрядности данных процессора. Компьютеры с шиной PCI появились в середине 1993 года, и вскоре она стала неотъемлемой частью компьютеров высокого класса.

Тактовая частота шины PCI равна 33 МГц, а разрядность соответствует разрядности данных процессора. Для 32-разрядного процессора пропускная способность составляет 132 Мбайт/с:

33 МГц × 32 бит = 1056 Мбит/с;

1056 Мбит/с ÷ 8 = 132 Мбайт/с.

При использовании 64-разрядного процессора пропускная способность может составить 264 Мбайт/с. Реальное быстродействие, естественно, меньше, но все равно ничего лучшего на сегодняшний день вы не найдете. Высокая пропускная способность объясняется тем, что шина PCI может работать параллельно с шиной процессора, не обращаясь к ней со своими запросами. Процессор может, например, работать с данными, находящимися во внешнем кэше, в то время как по шине PCI осуществляется обмен информацией между другими компонентами компьютера (в этом заключается одно из достоинств шины PCI).

Для подключения адаптеров шины PCI используется специальный разъем. Эти разъемы легко распознать, так как они обычно устанавливаются отдельно от разъемов обычных шин ISA, MCA или EISA (рис. 4.32). Платы PCI могут быть тех же размеров, что и платы для обычной шины ввода-вывода.

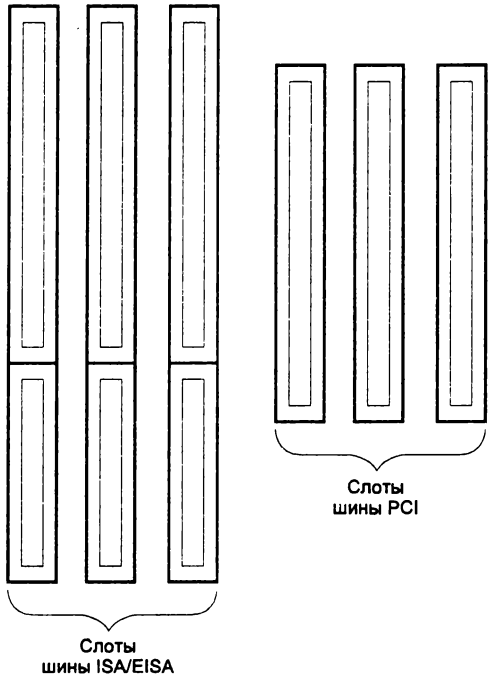


Рис. 4.32. Возможное расположение слотов PCI относительно слотов шин ISA и EISA

Стандартом PCI предусмотрены три разновидности плат для компьютеров разных типов и разных напряжений питания. Платы с напряжением 5 В предназначены для стационарных компьютеров, а с напряжением 3,3 В — для портативных. Предусмотрены также универсальные адаптеры и системные платы, которые могут работать в компьютерах обоих типов.

В табл. 4.15 приведено назначение контактов шины PCI с напряжением 5 В, а на рис. 4.33 показано расположение контактов. Информация, приведенная в табл. 4.16 и на рис. 4.34, относится к плате с напряжением 3,3 В, а сведения из табл. 4.17 и рис. 4.35 — к универсальным слотам и платам PCI. Отметим, что на каждом рисунке изображены как 32-, так и 64-разрядные варианты разъемов.

Замечание

Если плата PCI 32-разрядная, в ней используются только контакты B1/A1–B62/A62. Контакты B63/A63–B94/A94 используются в 64-разрядных платах.

Таблица 4.15. Назначение контактов разъема шины PCI (напряжение — 5 В)

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B1	–12 В	A1	Test Reset
B2	Test Clock	A2	+12 В
B3	Общий	A3	Test Mode Select
B4	Test Data Output	A4	Test Data Input

Продолжение табл. 14.5

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B5	+5 В	A5	+5 В
B6	+5 В	A6	Interrupt A
B7	Interrupt B	A7	Interrupt C
B8	Interrupt D	A8	+5 В
B9	PRSNT1 #	A9	Зарезервирован
B10	Зарезервирован	A10	+5 В
B11	PRSNT2 #	A11	Зарезервирован
B12	Общий	A12	Общий
B13	Общий	A13	Общий
B14	Зарезервирован	A14	Зарезервирован
B15	Общий	A15	Reset
B16	Clock	A16	+5 В
B17	Общий	A17	Общий
B18	Request	A18	Общий
B19	+5 В	A19	Зарезервирован
B20	Адрес, бит 31	A20	Адрес, бит 30
B21	Адрес, бит 29	A21	+3,3 В
B22	Общий	A22	Адрес, бит 28
B23	Адрес, бит 27	A23	Адрес, бит 26
B24	Адрес, бит 25	A24	Общий
B25	+3,3 В	A25	Адрес, бит 24
B26	C/BE 3	A26	Init Device Select
B27	Адрес, бит 23	A27	+3,3 В
B28	Общий	A28	Адрес, бит 22
B29	Адрес, бит 21	A29	Адрес, бит 20
B30	Адрес, бит 19	A30	Общий
B31	+3,3 В	A31	Адрес, бит 18
B32	Адрес, бит 17	A32	Адрес, бит 16
B33	C/BE 2	A33	+3,3 В
B34	Общий	A34	Cycle Frame
B35	Initiator Ready	A35	Общий
B36	+3,3 В	A36	Target Ready
B37	Device Select	A37	Общий
B38	Общий	A38	Stop
B39	Lock	A39	+3,3 В

Продолжение табл. 14.5

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B40	Parity Error	A40	Snoop Done
B41	+3,3 В	A41	Snoop Backoff
B42	System Error	A42	Общий
B43	+3,3 В	A43	PAR
B44	C/BE 1	A44	Адрес, бит 15
B45	Адрес, бит 14	A45	+3,3 В
B46	Общий	A46	Адрес, бит 13
B47	Адрес, бит 12	A47	Адрес, бит 11
B48	Адрес, бит 10	A48	Общий
B49	Общий	A49	Адрес, бит 9
B50	Ключ	A50	Ключ
B51	Ключ	A51	Ключ
B52	Адрес, бит 8	A52	C/BE 0
B53	Адрес, бит 7	A53	+3,3 В
B54	+3,3 В	A54	Адрес, бит 6
B55	Адрес, бит 5	A55	Адрес, бит 4
B56	Адрес, бит 3	A56	Общий
B57	Общий	A57	Адрес, бит 2
B58	Адрес, бит 1	A58	Адрес, бит 0
B59	+5 В	A59	+5 В
B60	Acknowledge 64-bit	A60	Request 64-bit
B61	+5 В	A61	+5 В
B62	+5 В Ключ	A62	+5 В Ключ
B63	Зарезервирован	A63	Общий
B64	Общий	A64	C/BE 7
B65	C/BE 6	A65	C/BE 5
B66	C/BE 4	A66	+5 В
B67	Общий	A67	Parity 64-bit
B68	Адрес, бит 63	A68	Адрес, бит 62
B69	Адрес, бит 61	A69	Общий
B70	+5 В	A70	Адрес, бит 60
B71	Адрес, бит 59	A71	Адрес, бит 58
B72	Адрес, бит 57	A72	Общий
B73	Общий	A73	Адрес, бит 56
B74	Адрес, бит 55	A74	Адрес, бит 54

Окончание табл. 14.5

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B75	Адрес, бит 53	A75	+5 В
B76	Общий	A76	Адрес, бит 52
B77	Адрес, бит 51	A77	Адрес, бит 50
B78	Адрес, бит 49	A78	Общий
B79	+5 В	A79	Адрес, бит 48
B80	Адрес, бит 47	A80	Адрес, бит 46
B81	Адрес, бит 45	A81	Общий
B82	Общий	A82	Адрес, бит 44
B83	Адрес, бит 43	A83	Адрес, бит 42
B84	Адрес, бит 41	A84	+5 В
B85	Общий	A85	Адрес, бит 40
B86	Адрес, бит 39	A86	Адрес, бит 38
B87	Адрес, бит 37	A87	Общий
B88	+5 В	A88	Адрес, бит 36
B89	Адрес, бит 35	A89	Адрес, бит 34
B90	Адрес, бит 33	A90	Общий
B91	Общий	A91	Адрес, бит 32
B92	Зарезервирован	A92	Зарезервирован
B93	Зарезервирован	A93	Общий
B94	Общий	A94	Зарезервирован

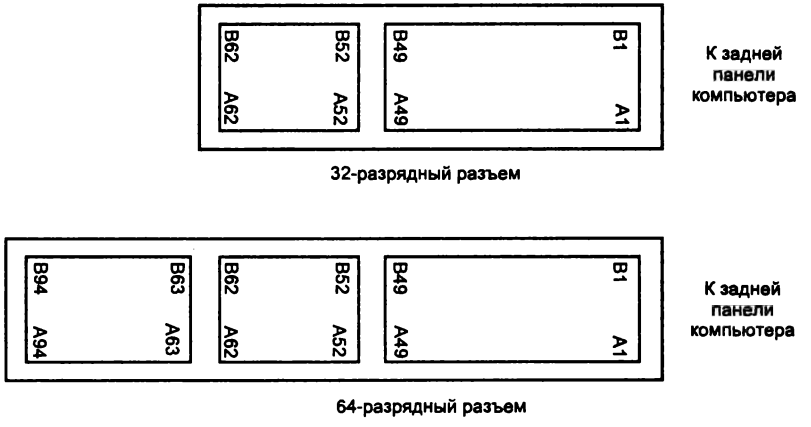


Рис. 4.33. Разъемы шины PCI с напряжением 5 В

Таблица 4.16. Назначение контактов разъема шины PCI (напряжение — 3,3 В)

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B1	–12 В	A1	Test Reset
B2	Test Clock	A2	+12 В
B3	Общий	A3	Test Mode Select
B4	Test Data Output	A4	Test Data Input
B5	+5 В	A5	+5 В
B6	+5 В	A6	Interrupt A
B7	Interrupt B	A7	Interrupt C
B8	Interrupt D	A8	+5 В
B9	PRSNT1 #	A9	Зарезервирован
B10	Зарезервирован	A10	+3,3 В
B11	PRSNT2 #	A11	Зарезервирован
B12	Ключ	A12	Ключ
B13	Ключ	A13	Ключ
B14	Зарезервирован	A14	Зарезервирован
B15	Общий	A15	Reset
B16	Clock	A16	+3,3 В
B17	Общий	A17	Grant
B18	Request	A18	Общий
B19	+3,3 В	A19	Зарезервирован
B20	Адрес, бит 31	A20	Адрес, бит 30
B21	Адрес, бит 29	A21	+3,3 В
B22	Общий	A22	Адрес, бит 28
B23	Адрес, бит 27	A23	Адрес, бит 26
B24	Адрес, бит 25	A24	Общий
B25	+3,3 В	A25	Адрес, бит 24
B26	C/BE 3	A26	Init Device Select
B27	Адрес, бит 23	A27	+3,3 В
B28	Общий	A28	Адрес, бит 22
B29	Адрес, бит 21	A29	Адрес, бит 20
B30	Адрес, бит 19	A30	Общий
B31	+3,3 В	A31	Адрес, бит 18
B32	Адрес, бит 17	A32	Адрес, бит 16
B33	C/BE 2	A33	+3,3 В
B34	Общий	A34	Cycle Frame
B35	Initiator Ready	A35	Общий

Продолжение табл. 14.6

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B36	+3,3 В	A36	Target Ready
B37	Device Select	A37	Общий
B38	Общий	A38	Stop
B39	Lock	A39	+3,3 В
B40	Parity Error	A40	Snoop Done
B41	+3,3 В	A41	Snoop Backoff
B42	System Error	A42	Общий
B43	+3,3 В	A43	PAR
B44	C/BE 1	A44	Адрес, бит 15
B45	Адрес, бит 14	A45	+3,3 В
B46	Общий	A46	Адрес, бит 13
B47	Адрес, бит 12	A47	Адрес, бит 11
B48	Адрес, бит 10	A48	Общий
B49	Общий	A49	Адрес, бит 9
B50	Общий	A50	Общий
B51	Общий	A51	Общий
B52	Адрес, бит 8	A52	C/BE 0
B53	Адрес, бит 7	A53	+3,3 В
B54	+3,3 В	A54	Адрес, бит 6
B55	Адрес, бит 5	A55	Адрес, бит 4
B56	Адрес, бит 3	A56	Общий
B57	Общий	A57	Адрес, бит 2
B58	Адрес, бит 1	A58	Адрес, бит 0
B59	+3,3 В	A59	+3,3 В
B60	Acknowledge 64-bit	A60	Request 64-bit
B61	+5 В	A61	+5 В
B62	+5 В Ключ	A62	+5 В Ключ
B63	Зарезервирован	A63	Общий
B64	Общий	A64	C/BE 7
B65	C/BE 6	A65	C/BE 5
B66	C/BE 4	A66	+3,3 В
B67	Общий	A67	Parity 64-bit
B68	Адрес, бит 63	A68	Адрес, бит 62
B69	Адрес, бит 61	A69	Общий
B70	+3,3 В	A70	Адрес, бит 60

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B71	Адрес, бит 59	A71	Адрес, бит 58
B72	Адрес, бит 57	A72	Общий
B73	Общий	A73	Адрес, бит 56
B74	Адрес, бит 55	A74	Адрес, бит 54
B75	Адрес, бит 53	A75	+3,3 В
B76	Общий	A76	Адрес, бит 52
B77	Адрес, бит 51	A77	Адрес, бит 50
B78	Адрес, бит 49	A78	Общий
B79	+3,3 В	A79	Адрес, бит 48
B80	Адрес, бит 47	A80	Адрес, бит 46
B81	Адрес, бит 45	A81	Общий
B82	Общий	A82	Адрес, бит 44
B83	Адрес, бит 43	A83	Адрес, бит 42
B84	Адрес, бит 41	A84	+3,3 В
B85	Общий	A85	Адрес, бит 40
B86	Адрес, бит 39	A86	Адрес, бит 38
B87	Адрес, бит 37	A87	Общий
B88	+3,3 В	A88	Адрес, бит 36
B89	Адрес, бит 35	A89	Адрес, бит 34
B90	Адрес, бит 33	A90	Общий
B91	Общий	A91	Адрес, бит 32
B92	Зарезервирован	A92	Зарезервирован
B93	Зарезервирован	A93	Общий
B94	Общий	A94	Зарезервирован

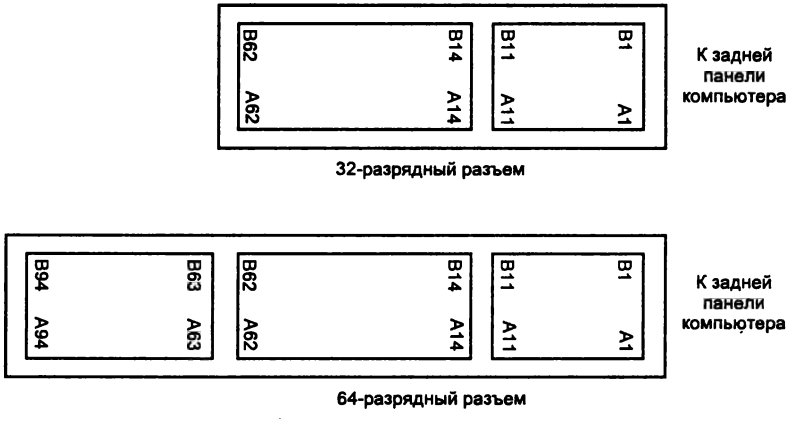


Рис. 4.34. Разъемы шины PCI с напряжением 3,3 В

Таблица 4.17. Назначение контактов разъема универсальной шины PCI

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B1	–12 В	A1	Test Reset
B2	Test Clock	A2	+12 В
B3	Общий	A3	Test Mode Select
B4	Test Data Output	A4	Test Data Input
B5	+5 В	A5	+5 В
B6	+5 В	A6	Interrupt A
B7	Interrupt B	A7	Interrupt C
B8	Interrupt D	A8	+5 В
B9	PRSNT1 #	A9	Зарезервирован
B10	Зарезервирован	A10	+В*
B11	PRSNT2 #	A11	Зарезервирован
B12	Ключ	A12	Ключ
B13	Ключ	A13	Ключ
B14	Зарезервирован	A14	Зарезервирован
B15	Общий	A15	Reset
B16	Clock	A16	+В
B17	Общий	A17	Общий
B18	Request	A18	Общий
B19	+В	A19	Зарезервирован
B20	Адрес, бит 31	A20	Адрес, бит 30
B21	Адрес, бит 29	A21	+3,3 В
B22	Общий	A22	Адрес, бит 28
B23	Адрес, бит 27	A23	Адрес, бит 26
B24	Адрес, бит 25	A24	Общий
B25	+3,3 В	A25	Адрес, бит 24
B26	C/BE 3	A26	Init Device Select
B27	Адрес, бит 23	A27	+3,3 В
B28	Общий	A28	Адрес, бит 22
B29	Адрес, бит 21	A29	Адрес, бит 20
B30	Адрес, бит 19	A30	Общий
B31	+3,3 В	A31	Адрес, бит 18
B32	Адрес, бит 17	A32	Адрес, бит 16
B33	C/BE 2	A33	+3,3 В
B34	Общий	A34	Cycle Frame
B35	Initiator Ready	A35	Общий

Продолжение табл. 14.7

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B36	+3,3 В	A36	Target Ready
B37	Device Select	A37	Общий
B38	Общий	A38	Stop
B39	Lock	A39	+3,3 В
B40	Parity Error	A40	Snoop Done
B41	+3,3 В	A41	Snoop Backoff
B42	System Error	A42	Общий
B43	+3,3 В	A43	PAR
B44	C/BE 1	A44	Адрес, бит 15
B45	Адрес, бит 14	A45	+3,3 В
B46	Общий	A46	Адрес, бит 13
B47	Адрес, бит 12	A47	Адрес, бит 11
B48	Адрес, бит 10	A48	Общий
B49	Общий	A49	Адрес, бит 9
B50	Ключ	A50	Ключ
B51	Ключ	A51	Ключ
B52	Адрес, бит 8	A52	C/BE 0
B53	Адрес, бит 7	A53	+3,3 В
B54	+3,3 В	A54	Адрес, бит 6
B55	Адрес, бит 5	A55	Адрес, бит 4
B56	Адрес, бит 3	A56	Общий
B57	Общий	A57	Адрес, бит 2
B58	Адрес, бит 1	A58	Адрес, бит 0
B59	+В	A59	+В
B60	Acknowledge 64-bit	A60	Request 64-bit
B61	+5 В	A61	+5 В
B62	+5 В Ключ	A62	+5 В Ключ
B63	Зарезервирован	A63	Общий
B64	Общий	A64	C/BE 7
B65	C/BE 6	A65	C/BE 5
B66	C/BE 4	A66	+В
B67	Общий	A67	Parity 64-bit
B68	Адрес, бит 63	A68	Адрес, бит 62
B69	Адрес, бит 61	A69	Общий
B70	+В	A70	Адрес, бит 60

Окончание табл. 14.7

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
B71	Адрес, бит 59	A71	Адрес, бит 58
B72	Адрес, бит 57	A72	Общий
B73	Общий	A73	Адрес, бит 56
B74	Адрес, бит 55	A74	Адрес, бит 54
B75	Адрес, бит 53	A75	+B
B76	Общий	A76	Адрес, бит 52
B77	Адрес, бит 51	A77	Адрес, бит 50
B78	Адрес, бит 49	A78	Общий
B79	+B	A79	Адрес, бит 48
B80	Адрес, бит 47	A80	Адрес, бит 46
B81	Адрес, бит 45	A81	Общий
B82	Общий	A82	Адрес, бит 44
B83	Адрес, бит 43	A83	Адрес, бит 42
B84	Адрес, бит 41	A84	+B
B85	Общий	A85	Адрес, бит 40
B86	Адрес, бит 39	A86	Адрес, бит 38
B87	Адрес, бит 37	A87	Общий
B88	+B	A88	Адрес, бит 36
B89	Адрес, бит 35	A89	Адрес, бит 34
B90	Адрес, бит 33	A90	Общий
B91	Общий	A91	Адрес, бит 32
B92	Зарезервирован	A92	Зарезервирован
B93	Зарезервирован	A93	Общий
B94	Общий	A94	Зарезервирован

** Напряжение, подаваемое на контакт, может иметь разные значения.*

Отметим, что универсальная плата PCI может устанавливаться в слот, предназначенный для любой из плат с фиксированным напряжением питания. Если напряжение, подаваемое на те или иные контакты, может быть разным, то оно обозначается *+B*. На эти контакты подается опорное напряжение, определяющее уровни выходных логических сигналов.

Другим важным свойством PCI является то, что она удовлетворяет спецификации *Plug and Play* фирмы Intel. Это означает, что плата PCI не имеет перемычек и переключателей и может настраиваться с помощью специальной программы настройки. Системы с Plug and Play способны самостоятельно настраивать адаптеры, а в тех компьютерах, в которых отсутствует система Plug and Play, но есть слоты PCI, настройку адаптеров нужно выполнять вручную с помощью специальной программы, входящей в состав конфигурации CMOS. С конца 1995 года в большинстве компьютеров в BIOS устанавливается программа Plug and Play, обеспечивающая автоматическую настройку конфигурации Plug and Play.

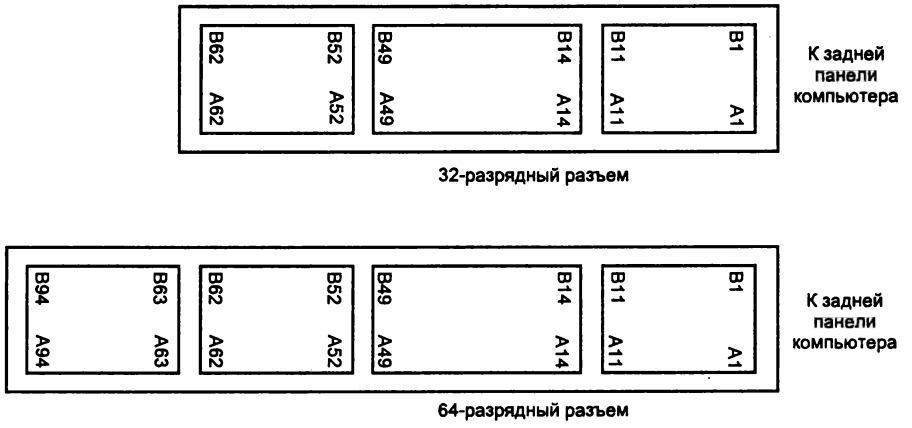


Рис. 4.35. Разъемы универсальной шины PCI

Прерывания PCI. Аппаратные прерывания используются устройствами PCI, для того чтобы "привлечь" внимание процессора. Имеются четыре прерывания PCI: INTA# INTB#, INTC# и INTD#. Этим прерываниям INTx# присваивается приоритет. Фактически все устройства или микросхемы платы PCI при выполнении своих функций, если они применяют только одно прерывание, должны использовать INTA#. Это — одно из правил в спецификации PCI. Если имеются дополнительные устройства внутри микросхемы или встроенные платы, то эти устройства могут использовать прерывания от INTB# до INTD#. Поскольку имеется очень немного многофункциональных микросхем на плате PCI, это означает, что фактически все устройства на данной шине PCI будут совместно использовать прерывание INTA#.

Чтобы шина PCI работала в ПК, прерывания PCI должны быть отображены на прерываниях ISA. Поскольку прерывания ISA не могут использоваться совместно различными платами PCI, применяющими INTA#, им необходимо присвоить различные прерывания ISA. Например, в системе с четырьмя слотами PCI, все четыре платы PCI используют прерывание INTA#. Этим платам необходимо присвоить различные номера запросов прерываний ISA; в большинстве случаев используются прерывания IRQ9, IRQ10, IRQ11 и IRQ5. Отображение прерываний конкретных плат PCI на прерываниях ISA иногда называется управлением прерываниями PCI, и оно выполняется набором микросхем системной логики системной платы. Некоторые системы позволяют вручную управлять этим отображением с помощью подпрограммы Setup.

Непродуманное использование этой возможности может быть источником беспорядка. Хотя прерывания PCI (INTx#) могут действительно применяться платами или устройствами совместно, каждое из этих прерываний должно быть отображено на уникальном прерывании ISA, которое не может совместно использоваться другими устройствами. Таким образом, возможность совместного использования прерываний PCI не дает никаких дополнительных преимуществ для обычного PC, если доступные прерывания ISA исчерпаны!

Кроме того, прерывание PCI может отображаться в диспетчере устройств Windows как прерывание ISA, которое используется несколькими устройствами. В какой-то строке ему ставится в соответствие устройство, фактически использующее это прерывание, например встроенный контроллер USB, в то время как в другой строке для того же самого IRQ будет написано "IRQ Holder for PCI Steering". Впрочем, в этой строке, хотя и указан один и тот же IRQ, конфликт ресурсов не отмечается, а указывается, что набор микросхем системной логики использует это прерывание с целью отображения. Такое применение предусмотрено возможностями средств самонастройки (Plug and Play карты PCI) и современных наборов микросхем системной логики.

Обратите внимание, что на шине PCI могут находиться внутренние устройства, даже если все слоты PCI свободны. Например, в большинстве систем на шине PCI находится два контроллера IDE и контроллер USB. Обычно контроллеры PCI IDE отображаются на прерываниях ISA 14 (первичный контроллер IDE) и 15 (вторичный контроллер IDE), в то время как контроллер USB может быть отображен на прерываниях ISA 9, 10, 11 или 5.

На шине PCI могут находиться два типа устройств: "хозяева" (или мастера) шины (инициаторы, или ведущие контроллеры) и подчиненные контроллеры. "Хозяин" шины — устройство, которое может взять под свой контроль шину и инициировать передачу, в то время как подчиненное устройство — адресат передачи. Большинство устройств PCI может работать и в качестве ведущих контроллеров, и адресатов. В соответствии со стандартом PC 97 и более новыми руководствами по проектированию систем, все слоты PCI должны поддерживать работу платы в режиме "хозяина" шины.

Шина PCI является шиной с арбитром. Это означает, что центральный арбитр (часть контроллера шины PCI в наборе микросхем системной логики системной платы) управляет всей процедурой передачи данных по шине, предоставляя равные права и управляемый доступ каждому устройству на шине. Прежде чем "хозяин" сможет использовать шину, он должен вначале запросить разрешение на управление у центрального арбитра, после чего последний предоставит ему право на управление в течение определенного максимального числа циклов. Такой способ разрешения конфликтов дает равные права на доступ всем устройствам, которые могут быть "хозяевами" шины, а также предотвращает монополизацию шины одним-единственным устройством. А благодаря возможности одновременного доступа нескольких устройств удается предотвратить тупики.

Ускоренный графический порт (AGP)

Для повышения эффективности работы с видео и графикой Intel разработала новую шину — ускоренный графический порт (Accelerated Graphics Port — AGP). AGP похож на PCI, но содержит ряд добавлений и расширений. И физически, и электрически, и логически он не зависит от PCI. Например, разъем AGP подобен разъему PCI, но он имеет контакты для дополнительных сигналов и другую разводку контактов. В отличие от PCI, которая является настоящей шиной с несколькими разъемами, AGP — высокоэффективное соединение, разработанное специально для видеоплаты, причем в системе для одной видеоплаты допускается только один слот AGP.

Спецификация AGP 1.0 была впервые реализована фирмой Intel в июле 1996 года. В соответствии с этой спецификацией использовалась тактовая частота 66 МГц и режим сигнализации 1X или 2X с уровнем напряжения 3,3 В. Версия AGP 2.0 была выпущена в мае 1998 года, в ней был добавлен режим сигнализации 4X, а также понижено рабочее напряжение до 1,5 В. Имеется также новая спецификация AGP Pro, в которой определен довольно длинный слот с дополнительными штырьками на каждом конце для подвода напряжения питания к платам AGP, которые потребляют больше 25 Вт (максимальная мощность — 110 Вт). Платы AGP Pro могут использоваться для высококачественных графических рабочих станций. Слоты AGP Pro обратносовместимы, т.е. к ним можно подключать стандартные платы AGP.

AGP — быстродействующее соединение, работающее на основной частоте 66 МГц (фактически — 66,66 МГц), которая вдвое выше, чем у PCI. В основном режиме AGP, называемом 1X, выполняется одиночная передача за каждый цикл. Так как ширина шины AGP равна 32 битам (4 байта), при 66 млн тактов в секунду, по ней можно передавать данные со скоростью приблизительно 266 млн байтов в секунду! В первоначальной спецификации AGP также определен режим 2X, при котором в каждом цикле осуществляются две передачи, что соответствует скорости 533 Мбайт/с.

В спецификации AGP 2.0 добавлена возможность передачи в режиме 4X, в котором данные передаются четыре раза за цикл, а скорость передачи данных равняется 1 066 Мбайт/с.

Так как AGP независим от PCI, при использовании видеоплаты AGP можно освободить шину PCI для выполнения традиционных функций ввода-вывода, например для контроллеров IDE/ATA, SCSI или USB, звуковых плат и пр.

Помимо повышения эффективности видеоплаты, AGP позволяет ей получать быстрый доступ непосредственно к системной оперативной памяти. Благодаря этому видеоплата AGP может использовать оперативную память; таким образом, уменьшается потребность в видеопамяти. Это особенно важно при работе с трехмерными видеоприложениями, интенсивно использующими большие объемы памяти.

Системные ресурсы

Системными ресурсами называются коммуникационные каналы, адреса и сигналы, используемые узлами компьютера для обмена данными с помощью шин. Обычно под системными ресурсами подразумевают:

- адреса памяти;
- каналы запросов прерываний (IRQ);
- каналы прямого доступа к памяти (DMA);
- адреса портов ввода-вывода.

Здесь системные ресурсы размещены в порядке уменьшения вероятности возникновения из-за них конфликтных ситуаций в компьютере. Проблемы, связанные с ресурсами памяти, пожалуй, являются наиболее распространенными, кроме того, иногда довольно сложно в них разобраться и устранить причины их возникновения. Более подробно эти проблемы рассматриваются в главе 5. В данной главе рассказывается о других видах ресурсов из приведенного выше списка. Так, конфликты, связанные с ресурсами IRQ, возникают значительно чаще, чем из-за ресурсов DMA, поскольку прерывания запрашиваются чаще. Практически во всех платах используются каналы IRQ. Каналы DMA применяются реже, поэтому обычно их более чем достаточно. Порты ввода-вывода используются во всех подключенных к шине устройствах, но отведенных под порты 64 Кбайт памяти обычно хватает, чтобы избежать конфликтных ситуаций. Общим для всех видов ресурсов является то, что любая установленная в компьютере плата (или устройство) должна использовать уникальный системный ресурс, иначе отдельные компоненты компьютера не смогут разделить ресурсы между собой и произойдет конфликт.

Все эти ресурсы необходимы для различных компонентов компьютера. Платы адаптеров используют ресурсы для взаимодействия со всей системой и для выполнения своих специфических функций. Для каждой платы адаптера нужен свой набор ресурсов. Так, последовательным портам для работы необходимы каналы IRQ и уникальные адреса портов ввода-вывода, для аудиоустройств требуется еще хотя бы один канал DMA. Большинство сетевых плат использует блок памяти емкостью 16 Кбайт, канал IRQ и адрес порта ввода-вывода.

По мере установки дополнительных плат в компьютере значительно повышается вероятность возникновения конфликтов, связанных с использованием ресурсов. Конфликт возникает при установке двух или более плат, каждой из которых требуется линия IRQ или адрес порта ввода-вывода. Для предотвращения конфликтов на большинстве плат устанавливаются перемычки или переключатели, с помощью которых можно изменить адрес порта ввода-вывода, номер IRQ и т.д. К счастью, найти выход из конфликтных ситуаций можно почти всегда, для этого нужно лишь знать правила игры.

Прерывания

Каналы запросов прерывания (IRQ), или *аппаратные прерывания*, используются различными устройствами для сообщения системной плате (процессору) о том, что должен быть обработан определенный запрос.

Каналы прерываний представляют собой проводники на системной плате и соответствующие контакты в разъемах. После получения IRQ компьютер приступает к выполнению специальной процедуры его обработки, первым шагом которой является сохранение в стеке содержимого регистров процессора. Затем происходит обращение к *таблице векторов прерываний*, в которой содержится список адресов памяти, соответствующих определенным номерам (каналам) прерываний. В зависимости от номера полученного прерывания запускается программа, относящаяся к данному каналу.

Указатели в таблице векторов определяют адреса памяти, по которым записаны программы-драйверы для обслуживания платы, пославшей запрос. Например, для сетевой платы вектор прерывания содержит адрес сетевых драйверов, предназначенных для работы с ней; для контроллера жесткого диска вектор указывает на программный код BIOS, обслуживающий контроллер.

После выполнения необходимых действий по обслуживанию устройства, пославшего запрос, процедура обработки прерывания восстанавливает содержимое регистров процессора (извлекая его из стека) и возвращает управление компьютером той программе, которая выполнялась до возникновения прерывания.

Благодаря прерываниям компьютер может своевременно реагировать на внешние события. Например, всякий раз, когда с последовательного порта в систему поступает новый байт, вырабатывается IRQ.

Аппаратные прерывания имеют *иерархию приоритетов*: чем меньше номер прерывания, тем выше приоритет. Прерывания с более высоким приоритетом имеют преимущество перед прерываниями с более низкими приоритетами и могут "прерывать прерывания". В результате в компьютере может возникнуть несколько прерываний, "вложенных" друг в друга.

При генерации большого количества прерываний стек может переполниться и тогда ПК зависнет. Если такая ошибка возникает слишком часто, попытайтесь исправить ситуацию, увеличив параметр STACKS (размер стека) в файле CONFIG.SYS.

По шине ISA запросы на прерывание передаются в виде *перепадов логических уровней*, причем для каждого из них предназначена отдельная линия, подведенная ко всем разъемам. Каждому номеру аппаратного прерывания соответствует свой проводник. Системная плата не может определить, в каком слоте находится пославшая прерывание плата, поэтому возможно возникновение неопределенной ситуации в том случае, если несколько плат используют один канал. Чтобы этого не происходило, система настраивается так, что каждое устройство (адаптер) использует свою линию (канал) прерывания. Применение одной линии сразу несколькими разными устройствами в большинстве случаев недопустимо.

Для того чтобы это было возможно, при разработке устройства необходимо предпринять специальные меры. Совместное использование линий прерывания предусмотрено лишь для немногих плат адаптеров. Это связано с принципиальными недостатками способа передачи IRQ в шине ISA. В компьютерах с шиной MCA IRQ передается в виде статического логического уровня, что позволяет разделить во времени прерывания, передаваемые по одной линии. В принципе, в компьютере с шиной MCA все платы можно настроить на одно и то же прерывание без возникновения конфликтов между ними. Однако для повышения производительности системы их лучше разделять как можно большими временными интервалами.

Внешние аппаратные прерывания часто называются *маскируемыми прерываниями*, т.е. их можно отключить ("замаскировать") на время, пока процессор выполняет другие критические операции. Организация эффективной обработки прерываний — задача для программиста.

Поскольку в шине ISA совместное использование прерываний обычно не допускается, при установке новых плат может обнаружиться недостаток линий прерываний. Если две платы используют одну и ту же линию IRQ, то их нормальную работу нарушит возникший конфликт. Ниже рассмотрены прерывания стандартных устройств и свободные линии.

Прерывания в 8-разрядной шине ISA. В компьютерах PC и XT с 8-разрядным процессором 8088 имеется 8 внешних аппаратных прерываний. Стандартное распределение этих прерываний, пронумерованных от 0 до 7, приведено в табл. 4.18.

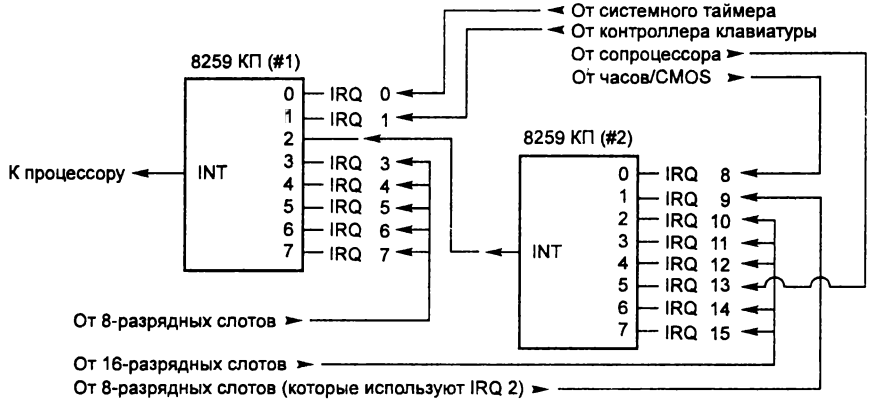
В компьютере с 8-разрядной шиной ISA имеющихся прерываний (ресурсов) часто катастрофически не хватает. Попытка установить в компьютер PC/XT несколько устройств, требующих обработки своих прерываний, может привести к тому, что разрешить проблему нехватки прерываний вы сможете единственным способом — вынуть реже всего используемую плату адаптера.

Таблица 4.18. Установленное по умолчанию распределение прерываний в 8-разрядной шине ISA

Номер прерывания	Функция	Тип слота (адаптера)
0	Системный таймер	Нет
1	Контроллер клавиатуры	Нет
2	Доступно	8-разрядный
3	Последовательный порт 2 (COM2)	8-разрядный
4	Последовательный порт 1 (COM1)	8-разрядный
5	Контроллер жесткого диска	8-разрядный
6	Контроллер гибких дисков	8-разрядный
7	Параллельный порт 1 (LPT1)	8-разрядный

Прерывания в 16-разрядной шине ISA и шинах EISA и MCA. В компьютере AT с процессором 286 количество линий внешних аппаратных прерываний увеличилось. Оно удвоилось благодаря использованию двух контроллеров прерываний, причем прерывания, генерируемые вторым контроллером, подаются на неиспользуемый вход IRQ 2 первого. Фактически существует 15 линий IRQ, так как вход IRQ 2 становится недоступным.

Поскольку все прерывания со второго контроллера передаются на первый через один вход IRQ 2, в иерархии приоритетов они размещаются между IRQ 1 и IRQ 3. Так, прерывание IRQ 15 получает больший приоритет, чем прерывание IRQ 3. На рис. 4.36 схематично показано подключение двух микросхем 8259, которые образуют *каскад* из двух контроллеров прерываний.



КП - контроллер прерываний
IRQ - аппаратные прерывания в порядке установленного приоритета

Рис. 4.36. Каскад контроллеров прерываний

Для того чтобы не возникало проблем при генерации фактически несуществующего IRQ 2, конструкторы выделили дополнительное прерывание IRQ 9 для заполнения образовавшейся бреши. Это означает, что любая добавленная в компьютер плата, для которой характерно использование прерывания IRQ 2, на самом деле будет использовать IRQ 9. Это следует учитывать, чтобы случайно не назначить прерывание IRQ 9 другому устройству.

Стандартное распределение прерываний в 16-разрядной шине ISA и шинах EISA и MCA в порядке убывания их приоритета показано в табл. 4.19.

Поскольку прерывание IRQ 2 теперь используется непосредственно на системной плате, линия IRQ 9 подключается к тем контактам слотов, которые обычно используются для IRQ 2. Плата, настроенная на IRQ 2, фактически использует IRQ 9. Соответственно исправлена и таблица векторов прерываний. Такой подход обеспечивает совместимость со структурой прерываний PC/XT, а платы адаптеров, настроенные на IRQ 2, могут функционировать нормально.

Таблица 4.19. Назначение прерываний в 16-разрядных шинах ISA, EISA и MCA

IRQ	Стандартная функция	Слот шины	Тип адаптера
0	Системный таймер	Нет	—
1	Контроллер клавиатуры	Нет	—
2	Второй контроллер прерываний	Нет	—
8	Часы	Нет	—
9	Сеть или доступно	Да	8- или 16-разрядный
10	Доступно	Да	16-разрядный
11	SCSI или доступно	Да	16-разрядный
12	Порт мыши на системной плате или доступно	Да	16-разрядный
13	Сопроцессор	Нет	—
14	Первичный IDE	Да	16-разрядный
15	Вторичный IDE или доступно	Да	16-разрядный
3	Последовательный порт 2 (COM2)	Да	8- или 16-разрядный
4	Последовательный порт 1 (COM1)	Да	8- или 16-разрядный
5	Звуковая плата или параллельный порт 2 (LPT2)	Да	8- или 16-разрядный
6	Контроллер гибких дисков	Да	8- или 16-разрядный
7	Параллельный порт 1 (LPT1)	Да	8- или 16-разрядный

Отметим, что линии прерываний 0, 1, 2, 8 и 13 не выведены на разъемы шины и не используются платами адаптеров. Линии прерываний 8, 10, 11, 12, 13, 14 и 15 подключены ко второму контроллеру. Они могут использоваться только адаптерами с 16-разрядным разъемом, поскольку подведены к контактам в "расширенных" частях слотов. Линия IRQ 9 подключена к разъему 8-разрядного слота вместо IRQ 2 и доступна 8-разрядным платам, которые используют ее как линию IRQ 2.

Замечание

Несмотря на то что в 16-разрядной шине ISA вдвое больше линий прерываний, чем в 8-разрядной, их все же может не хватить, так как новые прерывания могут использоваться только 16-разрядными адаптерами.

От дополнительной линии IRQ в компьютере с 16-разрядной шиной ISA мало толку, если платы адаптеров нельзя переключить на одну из свободных линий. Некоторые устройства жестко закреплены за конкретной линией IRQ. Если в компьютере уже установлена плата, которая использует данную линию, необходимо устранить этот конфликт перед установкой второго адаптера. Если ни один из них нельзя переключить на другую линию IRQ, скорее всего, вам не удастся использовать их в одной системе.

Конфликты прерываний. Чаще всего конфликты IRQ возникают между последовательными портами COM. Как уже отмечалось, прерывание IRQ 3 предназначено для COM2, а IRQ 4 — для COM1. Проблемы появляются при установке в компьютере дополнительных последовательных портов, а это вполне логично, поскольку, в принципе, их максимальное количество равно 4. Принятое в свое время распределение линий IRQ между портами COM оказалось неудачным. Прерывание IRQ 3 предназначено для портов COM с четными номерами, а IRQ 4 — для портов COM с нечетными номерами. В результате порты COM2 и COM4 используют одну линию IRQ 3, а порты COM1 и COM3 — IRQ 4. Следовательно, использовать одновременно COM1 и COM3 невозможно; то же самое относится и к портам COM2 и COM4. Напомним, что, если к одной линии IRQ подключено несколько устройств, ни одно из них не сможет привлечь к себе внимание процессора. При работе в системе DOS это допускалось, поскольку тогда одновременно могла выполняться только одна задача, но в системах Windows и OS/2 это совершенно невозможно.

Для того чтобы в компьютере можно было применять более двух параллельных портов COM, необходима многопортовая плата, которая, помимо прерываний с номерами 3 и 4, позволяет использовать дополнительные прерывания. Кроме того, следует убедиться, что на этой плате установлена *микросхема 16550A типа UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter — универсальный асинхронный приемник/передатчик)*, использующая для временного размещения приходящего потока данных *буфер*, а не более медленный вариант микросхемы 16450.

Если в вашем компьютере какое-либо из перечисленных в таблице устройств отсутствует, например на системной плате нет порта мыши (IRQ 12) или параллельного порта 2 (IRQ 5), то соответствующие им прерывания вы можете использовать как свободные. Так, второй параллельный порт встречается довольно редко и во многих компьютерах IRQ 5 используется звуковой платой.

Обратите внимание, что проще всего для проверки бесконфликтности прерываний использовать диспетчер устройств в Windows 95/98 или NT 5.0 или более поздних версиях. Дважды щелкнув на пиктограмме свойств компьютера в диспетчере устройств, вы получите краткий список всех используемых ресурсов системы. Microsoft также включила программу HWDIAG в Windows 95B и более поздние версии; эта программа сообщает об использовании ресурсов системы.

Каналы прямого доступа к памяти

Каналы прямого доступа к памяти (DMA) используются устройствами, осуществляющими высокоскоростной обмен данными. Последовательный и параллельный порты, например, не используют DMA, в отличие от звуковой платы или адаптера SCSI. Один канал DMA может использоваться разными устройствами, но не одновременно. Например, канал DMA 1 может использоваться как сетевым адаптером, так и накопителем на магнитной ленте, но вы не сможете записывать информацию на ленту при работе в сети. Для этого каждому адаптеру необходимо выделить свой канал DMA.

Каналы DMA 8-разрядной шины ISA. В этой шине для скоростной передачи данных между устройствами ввода-вывода и памятью можно использовать четыре канала DMA. Стандартное распределение этих каналов приведено в табл. 4.20.

Таблица 4.20. Функции каналов DMA в 8-разрядной шине ISA

Канал DMA	Стандартная функция	Тип слота (адаптера)
0	Регенерация динамической памяти	Нет
1	Доступен	8-разрядный
2	Контроллер гибких дисков	8-разрядный
3	Контроллер жесткого диска	8-разрядный

Поскольку в большинстве компьютеров установлены контроллеры как гибких, так и жестких дисков, доступным является только один канал DMA.

Каналы DMA 16-разрядной шины ISA. С появлением процессора 286 количество каналов DMA в шине ISA было доведено до восьми, причем семь из них доступны платам адаптеров, устанавливаемым в слоты. Как и дополнительные линии IRQ, эти каналы DMA подключены с помощью второго контроллера ПДП. Канал DMA 4 используется для подключения каналов DMA 0–3. Каналы 0–3 доступны для 8-разрядных обменов данными, а каналы 5–7 — только для 16-разрядных. Стандартное распределение каналов DMA приведено в табл. 4.21.

Таблица 4.21. Функции каналов DMA в 16-разрядных шинах ISA, EISA и MCA

Канал DMA	Стандартная функция	Слот шины	Тип адаптера	Канал передачи
0	Доступен	Да	16-разрядный	8-разрядный
1	Звуковая плата или доступен	Да	8- или 16-разрядный	8-разрядный
2	Контроллер гибких дисков	Да	8- или 16-разрядный	8-разрядный
3	ECP Parallel или доступен	Да	8- или 16-разрядный	8-разрядный
4	Первый контроллер ПДП	Нет	—	16-разрядный
5	Звуковая плата или доступен	Да	16-разрядный	16-разрядный
6	SCSI или доступен	Да	16-разрядный	16-разрядный
7	Доступен	Да	16-разрядный	16-разрядный

Из всех каналов DMA стандартное назначение во всех компьютерных системах имеет только канал DMA 2, который используется контроллером гибких дисков. Канал DMA 4 не используется и не представлен в слотах шины. Каналы DMA 1 и DMA 5 обычно применяются в звуковых платах, например в Sound Blaster 16. Для скоростной передачи информации эта плата использует как 8-, так и 16-разрядный канал.

Заметьте, что, хотя канал DMA 0 представлен в слотах расширения 16-разрядного разъема и поэтому может использоваться только 16-разрядными адаптерами, работает он, как 8-разрядный канал. Поэтому часто контакты канала DMA 0 не представлены на 16-разрядных платах, которые не могут нормально работать в 8-разрядном режиме. На таких 16-разрядных платах (наподобие адаптера стандарта SCSI), которые используют каналы DMA, представлены контакты каналов 5–7.

EISA. Создатели шины EISA учли недостатки, присущие каналам DMA ISA, и разработали новый контроллер. Они увеличили количество адресных линий до "полного формата" шины адресов процессора, что делает доступным все адресное пространство системы. Каждый канал DMA может работать в 8-, 16- и 32-разрядном режимах. Кроме того, каждый из каналов DMA может выполнять обмен данными в одном из четырех режимов.

- *Совместимый.* Цикл обмена соответствует циклу шины ISA. В этом режиме все платы, предназначенные для шины ISA, могут работать и с шиной EISA.
- *Тип A.* В таком режиме длительность цикла по сравнению с совместимым режимом сокращается на 25%. Большинство плат ISA может работать с этой повышенной скоростью.
- *Тип B.* В таком режиме длительность цикла по сравнению с совместимым режимом сокращается на 50%. Большинство плат EISA в этом режиме работает нормально (в отличие от плат шины ISA).
- *Тип C.* В таком режиме длительность цикла по сравнению с совместимым режимом сокращается на 87,5%. Это самый быстрый способ обмена по каналам DMA для шины EISA. В этом режиме платы ISA не работают.

По каналам DMA шины EISA могут выполняться операции, называемые *рассредоточенной записью* и *собирательным считыванием*. При рассредоточенной записи единый блок данных, поступивших из какого-либо устройства, по частям записывается сразу в несколько областей памяти. При собирательном считывании происходит параллельное чтение данных из нескольких областей памяти и их пересылка в устройство. Эти методы иногда называют *буферным конвейером*. Они позволяют существенно ускорить обмен данными по каналам DMA.

MCA. При проектировании MCA традиционная структура шины была полностью изменена. Поэтому следовало ожидать, что операции прямого доступа к памяти, выполняемые в шине MCA, — едва ли не верх совершенства, но это, увы, не так. В шине MCA установлен один контроллер ПДП, при этом:

- он может оперировать только двумя 8-разрядными словами данных, и поэтому за один цикл работы шины передается только один или два байта информации;
- он подключен к линиям адреса A0–A23, т.е. может адресовать только 16 Мбайт памяти;
- тактовая частота контроллера равна 10 МГц.

Контроллер ПДП не способен передать более двух байтов информации за один цикл, что значительно ухудшает параметры неплохой во всех других отношениях шины MCA.

Адреса портов ввода-вывода

Через порты ввода-вывода к компьютеру можно подключать разнообразные устройства для расширения его возможностей. Принтер, подключенный к одному из параллельных портов LPT, позволяет вывести на бумагу результаты работы. Модем, соединенный с одним из последовательных портов COM, обеспечивает связь по телефонным линиям с другими компьютерами, находящимися за тысячи километров от вас. Сканер, подключенный к порту LPT или адаптеру SCSI, позволяет ввести в компьютер графические изображения или текст непосредственно с листа бумаги и преобразовать их в необходимый формат для дальнейшей обработки.

В большинстве компьютеров имеется хотя бы два последовательных порта и один параллельный. Последовательные порты обозначаются, как COM1 и COM2, а параллельный — LPT1. В принципе, в компьютере можно установить до четырех последовательных (COM1–COM4) и трех параллельных (LPT1–LPT3) портов.

Внимание

Теоретически, к каждому из четырех последовательных портов компьютера можно подключить какое-либо устройство, например мышь или модем, но это приводит к возникновению конфликтов, связанных с использованием ресурсов.

Порты ввода-вывода позволяют установить связь между устройствами и программным обеспечением в компьютере. Они подобны двусторонним радиоканалам, так как обмен информацией в ту и другую сторону происходит по одному и тому же каналу.

В отличие от прерываний IRQ и каналов прямого доступа к памяти, в наших персональных компьютерах мы имеем огромное множество портов ввода-вывода. Имеется 65 535 портов, пронумерованных от 0000h до FFFFh, и это, пожалуй, самый удивительный артефакт в процессоре Intel. Хотя многие устройства используют до восьми портов, все равно их количество более чем достаточное. Самая большая проблема состоит в том, чтобы двум устройствам случайно не назначить один и тот же порт.

Наиболее современные системы с автоматической самонастройкой (Plug and Play) автоматически разрешают любые конфликты из-за портов, выбирая альтернативные порты для одного из конфликтующих устройств.

Хотя порты ввода-вывода обозначаются шестнадцатеричными адресами, подобными адресам памяти, они — не память; они — порты. Различие состоит в том, что, когда вы посылаете данные по адресу памяти 1000h, то данные будут сохранены в модуле памяти SIMM или DIMM. Если вы посылаете данные по адресу 1000h порта ввода-вывода, то эти данные попадают на этот "канал" шины, и любое устройство, прослушивающее этот канал, может принять эти данные. Если никакое устройство не прослушивает этот адрес порта, то данные достигнут конца шины и будут поглощены нагрузочными резисторами шины.

Специальные программы — драйверы — взаимодействуют, прежде всего, с устройствами, используя различные адреса портов. Драйвер должен знать, какие порты использует устройство, чтобы работать с ним. Обычно это не проблема, поскольку и драйвер, и устройство, как правило, поставляются одной и той же компанией.

Системная плата и набор микросхем системной логики обычно используют адреса портов ввода-вывода от 0h до FFh, а все другие устройства — от 100h до FFFFh. В табл. 4.22 приведены адреса портов ввода-вывода, обычно используемые системной платой и набором микросхем системной логики.

Таблица 4.22. Адреса портов, используемые устройствами системной платы и набором микросхем системной логики

Адрес (шестнадцатеричный)	Размер	Описание
000-000F	16 байт	Набор микросхем системной логики — 8237 DMA 1
0020-0021	2 байт	Набор микросхем системной логики — контроллер прерываний 8259 (1)
002E-002F	2 байт	Регистры контроллера конфигурации Super I/O
0040-0043	4 байт	Набор микросхем системной логики — счетчик/таймер 1
0048-004B	4 байт	Набор микросхем системной логики — счетчик/таймер 2
0060	1 байт	Байт контроллера клавиатуры и мыши — Reset IRQ
0061	1 байт	Набор микросхем системной логики — NMI, динамик
0064	1 байт	Байт CMD/STAT контроллера клавиатуры и мыши
0070, бит 7	1 бит	Набор микросхем системной логики — Enable NMI
0070, биты 6:0	7 бит	MC146818 — часы реального времени, адрес
0071	1 байт	MC146818 — часы реального времени, данные

Адрес (шестнадцатеричный)	Размер	Описание
0078	1 байт	Зарезервирован — конфигурирование платы
0079	1 байт	Зарезервирован — конфигурирование платы
0080-008F	16 байт	Набор микросхем системной логики — регистры страниц
00A0-00A1	2 байт	Набор микросхем системной логики — контроллер прерываний 8259 (2)
00B2	1 байт	Порт управления APM
00B3	1 байт	Порт состояния APM
00C0-00DE	31 байт	Набор микросхем системной логики — 8237 DMA 2
00F0	1 байт	Восстановление при ошибках сопроцессора

Чтобы выяснять точно, какие адреса порта используются в вашей системной плате загляните в документацию к системной плате или вызовите диспетчер устройств Windows.

Устройства на шине обычно используют адреса начиная от 100h. В табл. 4.23 приведены адреса, обычно используемые устройствами на шине и адаптерами.

Таблица 4.23. Адреса портов устройств на шине

Адрес (шестнадцатеричный)	Размер	Описание
0130-0133	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (альтернативный)
0134-0137	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (альтернативный)
0168-016F	8 байт	Четвертый разъем IDE
0170-0177	8 байт	Вспомогательный разъем IDE
01E8-01EF	8 байт	Третий разъем IDE
01F0-01F7	8 байт	Первичный контроллер жестких дисков IDE/AT (16 бит)
0200-0207	8 байт	Адаптер игрового порта или джойстика
0210-0217	8 байт	IBM XT Expansion Chassis
0220-0233	20 байт	Creative Labs Sound Blaster 16 Audio (по умолчанию)
0230-0233	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (альтернативный)
0234-0237	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (альтернативный)
0238-023B	4 байт	Мышь MS (альтернативный)
023C-023F	4 байт	Мышь MS (по умолчанию)
0240-024F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (по умолчанию)
0240-0253	20 байт	Звуковая плата Creative Labs Sound Blaster 16 (альтернативный)
0258-025F	8 байт	Intel Above Board

Продолжение табл. 4.23

Адрес (шестнадцатеричный)	Размер	Описание
0260-026F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0260-0273	20 байт	Звуковая плата Creative Labs Sound Blaster 16 (альтернативный)
0270-0273	4 байт	Порты ввода-вывода (для чтения) Plug and Play
0278-027F	8 байт	Параллельный порт 2 (LPT2)
0280-028F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0280-0293	19 байт	Звуковая плата Creative Labs Sound Blaster 16 (альтернативный)
02A0-02AF	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
02C0-02CF	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
02E0-02EF	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
02E8-02EF	8 байт	Последовательный порт 4 (COM4)
02EC-02EF	4 байт	Стандартные порты видеоплаты, 8514 или ATI
02F8-02FF	8 байт	Последовательный порт 2 (COM2)
0300-0301	2 байт	Порт MPU-401 MIDI (вторичный)
0300-030F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0320-0323	4 байт	Контроллер жесткого диска XT (8 бит)
0320-032F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0330-0331	2 байт	Порт MPU-401 MIDI (по умолчанию)
0330-0333	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (по умолчанию)
0334-0337	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (альтернативный)
0340-034F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0360-036F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0366	1 байт	Четвертый порт IDE (управление)
0367, биты 6:0	7 бит	Четвертый порт IDE (статус)
0370-0375	6 байт	Вторичный контроллер гибких дисков
0376	1 байт	Вторичный порт IDE (управление)
0377, бит 7	1 бит	Вторичный контроллер гибких дисков (изменение)
0377, биты 6:0	7 бит	Вторичный порт IDE (состояние)
0378-037F	8 байт	Параллельный порт 1 (LPT1)
0380-038F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0388-038B	4 байт	FM-синтезатор
03B0-03BB	12 байт	Стандартные порты видеоплаты, Mono/EGA/VGA
03BC-03BF	4 байт	Параллельный порт 1 (LPT1) в некоторых системах
03BC-03BF	4 байт	Параллельный порт 3 (LPT3)

Окончание табл. 4.23

Адрес (шестнадцатеричный)	Размер	Описание
03C0-03CF	16 байт	Стандартные порты видеоплаты, EGA/VGA
03D0-03DF	16 байт	Стандартные порты видеоплаты, CGA/EGA/VGA
03E6	1 байт	Третий порт IDE (команды)
03E7, биты 6:0	7 бит	Третий порт IDE (статус)
03E8-03EF	8 байт	Последовательный порт 3 (COM3)
03F0-03F5	6 байт	Первичный контроллер гибких дисков
03F6	1 байт	Первичный порт IDE (команды)
03F7, бит 7	1 бит	Первичный контроллер гибких дисков (изменение)
03F7, биты 6:0	7 бит	Состояние первичного порта IDE
03F8-03FF	8 байт	Последовательный порт 1 (COM1)
04D0-04D1	2 байт	Контроллер уровня прерываний PCI
0530-0537	8 байт	Звуковая система Windows (по умолчанию)
0604-060B	8 байт	Звуковая система Windows (альтернативный)
0678-067F	8 байт	LPT2 в режиме ECP
0778-077F	8 байт	LPT1 в режиме ECP
0A20-0A23	4 байт	Адаптер IBM Token Ring (по умолчанию)
0A24-0A27	4 байт	Адаптер IBM Token Ring (альтернативный)
0CF8-0CFB	4 байт	Регистры конфигурации адресов PCI
0CF9	1 байт	Turbo и регистр сброса управления (Reset Control Register)
0CFC-0CFF	4 байт	Регистры данных конфигурации PCI
FF00-FF07	8 байт	Регистры хозяина шины IDE
FF80-FF9F	32 байт	Universal Serial Bus (USB)
FFA0-FFA7	8 байт	Регистры первичного хозяина шины IDE
FFA8-FFAF	8 байт	Регистры вторичного хозяина шины IDE

Чтобы выяснить точно, какие адреса используют ваши устройства, я настоятельно рекомендую обратиться к документации к устройствам или просмотреть информацию об устройстве в диспетчере устройств Windows.

В действительности все устройства на системных шинах используют адреса портов ввода-вывода. Большинство из них стандартизировано, поэтому, как правило, не возникает каких-либо конфликтов или проблем с адресами портов для этих устройств.

Предотвращение конфликтов, возникающих при использовании ресурсов

Ресурсы компьютера ограничены, а потребности в них поистине беспредельны. Устанавливая в ПК новые платы адаптеров, вы существенно увеличиваете вероятность возникновения между ними конфликтов. Если шина компьютера не предотвращает их автоматически

(как шины MCA и EISA), то этим приходится заниматься вручную. Каковы признаки конфликтов, связанных с неправильным использованием ресурсов? Одним из них является ситуация, когда какое-либо устройство перестает работать. Но могут быть и другие признаки, например:

- данные передаются с ошибками;
- компьютер часто зависает;
- звуковая плата искажает звук;
- мышь не функционирует;
- на экране неожиданно появляется "мусор";
- принтер печатает бессмыслицу;
- невозможно отформатировать гибкий диск;
- Windows 95 при загрузке переключается в безопасный режим.

Диспетчер устройств в Windows 95 и в более новых версиях отмечает конфликтующие устройства желтой или красной пиктограммой. Это самый быстрый способ обнаружения конфликтов.

Ниже рассмотрены некоторые способы выявления причин конфликтов, а также пути их устранения.

Внимание

Диагностируя систему, будьте внимательны. Возможно, проблемы связаны не с неправильным (конфликтным) использованием ресурсов, а с компьютерным вирусом. Большинство из них создается именно для того, чтобы периодически отравлять вам жизнь. Если вы заподозрили, что в компьютере неправильно распределяются ресурсы или что-либо другое, что может вызвать конфликт, то на всякий случай запустите какую-нибудь антивирусную программу — это, возможно, избавит вас от многих часов бессмысленной работы.

Предотвращение конфликтов вручную

К сожалению, единственный способ устранения конфликтов вручную состоит в том, чтобы открыть компьютер и переставить перемычки и переключатели на платах адаптеров. После каждой перестановки или переключения приходится перезагружать компьютер, на что уходит много времени.

Прежде чем что-либо изменить, запишите параметры исходной конфигурации системы. Тогда вы в любой момент сможете вернуться к первоначальной конфигурации.

Постарайтесь раздобыть документацию к платам адаптеров. Если руководств нет, то назначение перемычек и переключателей можно выяснить у фирмы-производителя.

Теперь вы готовы к работе. Прежде чем приступить к ней, ответьте на несколько важных вопросов (это поможет вам сузить область поиска).

- *Когда впервые возник данный конфликт?* Если он возник после установки новой платы адаптера, то, по-видимому, конфликт вызвала именно она. Если конфликт возник после запуска новой программы, то велика вероятность того, что программа использует какое-то устройство, которое по-новому перераспределяет ресурсы компьютера.
- *Есть ли в компьютере два устройства, которые не работают одновременно?* Если, например, не работают мышь и модем, значит, конфликт возник именно из-за них.
- *Возникала ли аналогичная проблема у других пользователей, и как они ее решали?* Найти пользователей, которые помогут вам справиться с трудностями, можно через CompuServe, Internet и America On-line.

После любого изменения конфигурации компьютера перезагрузите его и проверьте, не исчез ли конфликт. Если вам кажется, что все в порядке, проверьте работу всех программ. Устранение одних проблем часто порождает другие. Убедиться в их полном отсутствии можно только после тщательной проверки всей системы.

При ликвидации конфликтов, связанных с применением ресурсов, удобно использовать *таблицу конфигурации*, которую следует обновлять после каждого изменения параметров компьютера.

Применение шаблона таблицы конфигурации

Шаблон таблицы конфигурации компьютера очень прост и удобен. Вначале в него следует внести данные о тех ресурсах, которые используются каждым компонентом компьютера. Если вы захотите внести в систему какие-либо изменения или установить новый адаптер, то сможете предотвратить возникновение конфликтов.

Лучше использовать шаблон таблицы, состоящий из трех разделов: "Системные прерывания", "Устройства, не использующие прерываний" и "Каналы DMA". В каждом разделе слева следует перечислить каналы IRQ и DMA, а справа — адреса портов ввода-вывода для установленных компонентов. Таким образом, вы сможете получить четкое представление о том, какие ресурсы в вашей системе используются, а какие являются доступными.

На рис. 4.37 показан шаблон таблицы конфигурации, над структурой которого мы работали долгие годы, а теперь используем его практически каждый день. Данный тип конфигурации построен на основе имеющихся ресурсов компьютера, а не на основе его компонентов. Каждая строка таблицы соответствует одному ресурсу, напротив которого представлен список адресов для его использования. В шаблоне указаны все компоненты, использование определенных ресурсов для которых фиксировано и не может быть изменено.

Для создания подобного шаблона выполните следующие действия.

1. Определите ресурсы, использование которых закреплено за конкретными встроенными компонентами компьютера, такими как последовательные и параллельные порты, контроллеры дисковых накопителей и видеоадаптеры.
2. Укажите ресурсы, которые используются дополнительными компонентами системы, например звуковой платой, адаптером SCSI, сетевой платой и другими специальными платами.
3. Определите ресурсы, при использовании которых могут возникать конфликты между различными компонентами компьютера. Постарайтесь сохранить за встроенными устройствами (а также за звуковой платой) предназначенные для них ресурсы. Использование ресурсов другими компонентами можно изменить, но не забудьте сделать соответствующие записи об этом.

Шаблон таблицы конфигурации, конечно, лучше всего составлять до того, как в компьютер будут вставлены новые устройства. Сохраните созданный шаблон. Когда вы решите добавить в компьютер какое-либо устройство, он послужит вам полезным руководством для определения способа конфигурации любого нового устройства.

На рис. 4.38 показан шаблон, в который были добавлены дополнительные часто используемые устройства ПК.

Как вы видите, после установки всех компонентов компьютера свободными остались только два канала IRQ и два канала DMA. В данном примере в системную плату были встроены следующие устройства:

- первичные и вторичные разъемы IDE;
- контроллер гибких дисков;
- два последовательных порта;
- один параллельный порт.

Таблица системных ресурсов

Модель компьютера и фирма-изготовитель: _____
Серийный номер: _____
Дата последнего изменения: _____

Системные прерывания (IRQ):	Адреса портов ввода-вывода:
0 - Системный таймер	040-05F
1 - Контроллер клавиатуры	060 & 064
2 - Второй контроллер прерываний	0A0-0BF
8 - Часы/CMOS	070-07F
9 - _____	_____
10 - _____	_____
11 - _____	_____
12 - _____	_____
13 - Сопроцессор	0F0-0FF
14 - _____	_____
15 - _____	_____
3 - _____	_____
4 - _____	_____
5 - _____	_____
6 - _____	_____
7 - _____	_____

Устройства, не использующие прерываний:	Адреса портов ввода-вывода:
Стандартные порты Mono/EGA/VGA	3B0-3BB
Стандартные порты EGA/VGA	3C0-3CF
Стандартные порты CGA/EGA/VGA	3D0-3DF
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Каналы DMA:

0 - _____
1 - _____
2 - _____
3 - _____
4 - Каскад каналов DMA 0-3
5 - _____
6 - _____
7 - _____

Рис. 4.37. Шаблон таблицы конфигурации компьютера

Не имеет значения, встроены эти устройства непосредственно в системную плату или подключены к ней через дополнительные платы, поскольку потребление ресурсов сохраняется неизменным. Для данных устройств характерно стандартное распределение ресурсов, которое отражается в конфигурации компьютера. Затем устанавливаются дополнительные служебные платы. В данном примере были установлены:

- видеоадаптер SVGA;
- адаптер SCSI;
- звуковая плата;
- сетевая плата.

Таблица системных ресурсов

Модель компьютера и фирма-изготовитель: Intel Advanced ZP
Серийный номер: 100000
Дата последнего изменения: 7/5/96

Системные прерывания (IRQ):	Адреса портов ввода-вывода:
0 - Системный таймер	040-05F
1 - Контроллер клавиатуры	060 &064
2 - Второй контроллер прерываний	0A0-0BF
8 - Часы/CMOS	070-07F
9 - Сетевая плата SMC EtherEZ Ethernet*	340-35F
10 -	
11 - Адаптер Adaptec 1542CF SCSI (сканер, магнитная лента)	334-337*
12 -	
13 - Сопроцессор	0F0-0FF
14 - Первый канал IDE (жесткие диски 1 и 2)	1F0-1F7
15 - Второй канал IDE (CD-ROM для IDE)	170-177
3 - Последовательный порт 2 (COM2: мышь)	3F8-3FF
4 - Последовательный порт 1 (COM1: внешний модем)	2F8-2FF
5 - Звуковая плата Sound Blaster 16	220-233
6 - Контроллер гибких дисков	3F0-3F7
7 - Параллельный порт 1 (LPT1: принтер)	378-37F

Устройства, не использующие прерываний:	Адреса портов ввода-вывода:
Стандартные порты Mono/EGA/VGA	3B0-3BB
Стандартные порты EGA/VGA	3C0-3CF
Стандартные порты CGA/EGA/VGA	3D0-3DF
Дополнительные порты ATI Mach 64 SVGA	102,1CE,1CF,2EC-2EF
Порт MIDI Sound Blaster 16	330-331
Игровой порт Sound Blaster 16 (разъем джойстика)	200-207
Синтезатор FM Sound Blaster 16 (музыка)	388-38B

Каналы DMA:

0 -
1 - Sound Blaster 16 (нижний DMA)
2 - Контроллер гибких дисков
3 - Параллельный порт 1 (режим EPP/ECP)
4 - Каскад каналов DMA 0-3
5 - Sound Blaster 16 (верхний DMA)
6 - Адаптер Adaptec 1542CF SCSI*
7 -

***Представлены нестандартные назначения ресурсов компонентам системы, которые могут быть изменены для предотвращения конфликтов.**

Рис. 4.38. Шаблон таблицы конфигурации для обычного ПК

При установке этих плат придерживайтесь следующего порядка. Начните с видеоадаптера, а затем установите звуковую плату. Очень часто возникают проблемы, связанные с программным обеспечением, которое использует звуковую плату. Поэтому, чтобы обеспечить для нее стандартное потребление ресурсов, установите ее в первую очередь. Затем установите плату SCSI. Используемые ею по умолчанию адреса портов ввода-вывода (330–331) и каналы DMA (DMA 5) конфликтуют с распределением ресурсов для звуковой платой. Поэтому, чтобы предотвратить возникновение конфликтных ситуаций, распределение ресурсов, заданное по умолчанию, следует изменить. После этого нужно установить звуковую плату, для которой

стандартное распределение ресурсов также оказывается конфликтным. Так, типичным для сетевой платы является IRQ 3, который уже используется портом COM2. Чтобы избежать конфликтов, следует настроить сетевую плату на использование другого доступного IRQ.

Как видите, чтобы добиться оптимальной бесконфликтной конфигурации в такой перегруженной системе, достаточно изменить настройку трех плат. Использование шаблонов таблиц конфигурации позволит составить четкий план изменения конфигурации компьютера для достижения оптимального результата. Единственная проблема, с которой можно столкнуться при составлении шаблона, — это отсутствие четких указаний об использовании платой ресурсов или документации на плату. Поэтому, чтобы иметь возможность правильно определить конфигурацию компьютера, нужно следить за сохранностью документации на все платы адаптеров и на системную плату.

Совет

Не слишком полагайтесь на диагностические программы, например на MSD.EXE, которые теоретически могут определить назначение IRQ и адресов портов ввода-вывода для всех установленных компонентов. Довольно часто такие программы допускают ошибки. Всего одна или две ошибки в определении распределения ресурсов могут значительно усложнить оптимизацию конфигурации. Если ваш компьютер не поддерживает технологию Plug and Play (P&P), значит, для корректного определения его конфигурации вы не сможете воспользоваться ни одной программой тестирования. В системах, не поддерживающих P&P, такие программы могут отобразить только приблизительную конфигурацию с большой вероятностью ошибок.
Лучше всего использовать диспетчер устройств в Windows 95/98 или в NT 5.0 и последующих версиях. Эта программа позволяет не только обнаружить конфликты, но и разрешить их.

Как избежать проблем: специальные платы

Большинство устанавливаемых в компьютер устройств использует линии IRQ и каналы DMA, поэтому добавление новой платы адаптера может привести к возникновению новых конфликтов. Чтобы этого не случилось, используйте описанный выше шаблон таблицы конфигурации. Отслеживая и регистрируя все изменения, вы избавите себя от многих неприятностей.

Документацию к плате лучше читать до установки платы в компьютер. В ней обычно приводятся данные об используемых платой линиях IRQ и каналах DMA. Там же можно найти сведения о том, какая верхняя память используется для ROM и RAM адаптеров.

Необходимо сказать несколько слов о конфликтах, с которыми вы можете столкнуться при установке наиболее популярных сейчас адаптеров. Хотя список этих устройств далеко не полон, приводимые сведения помогут вам установить довольно сложные современные устройства, например звуковую плату, плату SCSI и сетевой адаптер.

Звуковые платы. Для большинства звуковых плат необходимо несколько каналов связи: хотя бы одна линия IRQ, два канала DMA и несколько портов ввода-вывода. Звуковая плата — это, вероятно, самое большое и сложное устройство из всех устройств, подключаемых к компьютеру. В качестве примера рассмотрим плату Sound Blaster 16, производимую фирмой Creative Labs.

На рис. 4.39 показаны стандартное распределение ресурсов для платы Sound Blaster 16.

Как видите, звуковая плата потребляет не так уж много ресурсов. Не пожалейте времени и выясните из инструкции потребности этой платы в коммуникационных каналах, и сопоставьте их с уже используемыми линиями IRQ и каналами DMA. После этого установите перемычки и переключатели на звуковой плате так, чтобы она использовала для работы свободные каналы.

Устройство	Прерывание	Порты ввода-вывода	16-разрядный DMA	8-разрядный DMA
Audio	IRQ 5	220h-233h	DMA 5	DMA 1

Устройство	Порты ввода-вывода
Порт MIDI	330h-331h
Синтезатор FM	388h-38Bh
Игровой порт	200h-207h

Рис. 4.39. Стандартное распределение ресурсов для звуковой платой Sound Blaster 16

Совет

Сразу же после установки видеоадаптера установите звуковую плату — этого монстра в мире дополнительных компьютерных устройств. Другими словами, позвольте звуковой плате взять все необходимые ей ресурсы и никогда не изменяйте этих стандартных установок. Обнаружив конфликт между звуковой платой и какими-либо другими устройствами, измените конфигурацию этих устройств, а не звуковой платы. Часто проблемы возникают из-за того, что обучающие и игровые программы, которые используют звуковую плату, разработаны непрофессионально и требуют от нее использования несвойственных ей ресурсов. Постарайтесь смириться с этим и позвольте звуковой плате работать в нормальном режиме.

Довольно часто возникают конфликты между звуковой платой Sound Blaster 16 и адаптером Adaptec SCSI. Оба устройства конфликтуют при использовании канала DMA 5 и портов ввода-вывода 330–331. В таком случае необходимо изменить конфигурацию потребления ресурсов платы SCSI и предоставить ей другие доступные в системе ресурсы, как это было сделано в рассмотренном выше примере с шаблоном конфигурации.

Платы адаптеров SCSI. Платы адаптеров SCSI используют больше системных ресурсов, чем почти все другие сложные современные устройства, за исключением, возможно, звуковой платы. Именно для них зачастую довольно сложно подобрать распределение ресурсов: между такими устройствами и звуковой или сетевой платой часто возникают конфликты из-за ресурсов. Например, для стандартной платы адаптера SCSI требуется линия IRQ, канал DMA, диапазон адресов портов ввода-вывода и область 16 Кбайт в неиспользуемой области верхней памяти для ее ROM и, возможно, для RAM (область памяти для записи вразброс). К счастью, адаптеры стандарта SCSI легко перенастраиваются, и это не влияет на работу самих устройств.

Прежде чем устанавливать адаптер SCSI, ознакомьтесь с документацией на него и проверьте, свободны ли необходимые плате линии IRQ, каналы DMA, адреса портов ввода-вывода и верхняя память. Если эти системные ресурсы заняты, выясните с помощью шаблона таблицы конфигурации, как их можно освободить. Не забудьте установить перемычки и переключатели на плате в соответствии с документацией и запустить прилагаемую к ней программу настройки.

Сетевые интерфейсные платы. Локальные сети приобретают все большую популярность. Стандартная сетевая плата не требует такого количества ресурсов, как платы других устройств, рассмотренных в этом разделе. Обычно это несколько адресов портов ввода-вывода и один канал прерывания. Многие NIC (Network Interface Card — сетевая интерфейсная плата) также требуют дополнительных 16 Кбайт свободной верхней памяти, чтобы создать буфер для хранения передаваемой информации. Так же, как и при работе с другими платами, проследите, чтобы используемые ресурсы были уникальными для этой платы и не использовались совместно с другими устройствами.

Адаптеры с несколькими портами COM. Адаптеры последовательных портов обычно имеют два или больше выделенных портов для подключения внешних устройств. Каждому порту COM для работы необходима линия прерывания и уникальный адрес ввода-вывода. С

адресами портов ввода-вывода обычно не возникает проблем, поскольку адресация всех четырех последовательных портов четко определена и стандартизована. Настоящие трудности появляются при определении каналов прерывания. Для устаревших моделей компьютеров характерно совместное использование портами COM3 и COM4 общих прерываний с портами COM1 и COM2 соответственно. Это практически исключает возможность использования всех четырех портов при работе в таких операционных системах, как Windows и OS/2. Прежде чем подключать к портам какие-либо устройства, убедитесь, что они используют уникальный адрес ввода-вывода, а главное — уникальный канал прерывания.

Поскольку спрос на порты COM для подключения различных периферийных устройств в современных компьютерных системах чрезвычайно возрос, а возможности использования этих портов строго ограничены стандартной установкой IRQ, пришлось разработать новую плату адаптера последовательных портов, в которой каждому из четырех портов назначается уникальный канал IRQ. Так, в целом сохраняя конфигурацию портов COM3 и COM4, вы можете назначить IRQ 10 для COM3 и IRQ 12 — для COM4 (если в системную плату вашего компьютера не встроен последовательный порт для подключения мыши).

Хотя в большинстве случаев проблемы возникают из-за использования разными устройствами одних и тех же линий прерывания, следует отметить один типичный случай, когда конфликт возникает из-за адреса ввода-вывода. Многие современные наборы микросхем видеоплаты SVGA с высоким разрешением, например производимые S3, Inc. и ATI, используют дополнительный адрес порта ввода-вывода (тот же самый, который используется портом COM4).

Так, видеоадаптер ATI дополнительно использует адреса 2EC–2EF портов ввода-вывода, и возникает проблема, поскольку порт COM4 в стандартной конфигурации использует диапазон адресов 2E8–2EF, который перекрывается с диапазоном адресов видеоадаптера. Для нормальной работы видеоадаптера нужно либо переадресовать порт COM4, либо просто не использовать его для подключения периферийных устройств. Если вы решили изменить адрес последовательного порта, то, во-первых, убедитесь, что новый адрес не совпадает с адресами портов ввода-вывода других подключенных устройств, и, во-вторых, не забудьте настроить программы и драйверы операционной системы так, чтобы они использовали нестандартный адрес для порта COM4.

Установив и правильно настроив такую плату с несколькими портами COM, вы сможете подключить к ней четыре устройства, которые будут работать одновременно. Например, можно будет использовать мышь, модем, плоттер и последовательный принтер.

Универсальная последовательная шина Universal Serial Bus (USB). Порты USB теперь устанавливаются в большинстве системных плат, и операционная система Windows 98 правильно поддерживает их. Большая проблема состоит в том, что для USB требуется еще одно прерывание в системе, а зачастую именно прерываний и не хватает! В таком случае можно отключить другие устройства (типа портов COM или LPT).

Если вы не применяете никаких устройств USB, отключите порт с помощью программы установки параметров CMOS на системной плате, чтобы освободить IRQ, которое использовалось этим портом. В будущем, когда на шине USB будут устанавливаться клавиатура, мышь, модемы, принтеры и пр., недостатка в IRQ не будет. Кроме того, разрешению этой проблемы может способствовать и удаление шины ISA.

Другие платы. Некоторые видеоплаты поставляются с усовершенствованным программным обеспечением, которое предоставляет дополнительные возможности (например, рабочий стол размером большим, чем у экрана), и позволяет использовать специальные мониторы, динамически переключать режимы и т.д. К сожалению, зачастую для этого программного обеспечения требуется сконфигурировать плату таким образом, чтобы она использовала прерывание. Я советую обходиться без этого ненужного программного обеспечения и сконфигурировать плату так, чтобы освободить прерывание для других устройств.

Дополнительные ресурсы используют также декодер MPEG, который работает вместе с обычным графическим адаптером. Этот декодер используется для производства видеопродукции, ее редактирования и просмотра DVD-фильмов.

Системы Plug and Play

Системы Plug and Play (P&P) сделали революцию в современной технологии распределения ресурсов. Впервые они появились на рынке в 1995 году, и в большинстве новых систем используются преимущества этой технологии. Раньше каждый раз при добавлении нового устройства пользователи ПК должны были пробираться сквозь "дебри" переключателей и перемычек, а результатом чаще всего были конфликты системных ресурсов и неработающие платы.

Plug and Play не является абсолютно новой технологией, ее возможности были реализованы в таких шинах, как MCA и EISA, но в большинстве существующих компьютеров используются другие шины. Однако многие пользователи ПК еще беспокоятся об адресах ввода-вывода, каналах DMA и установках IRQ. Сейчас спецификации Plug and Play применяются в стандартах ISA, PCI, SCSI, IDE и PCMCIA.

Чтобы реализовать возможности Plug and Play, необходимо следующее:

- аппаратные средства поддержки Plug and Play;
- поддержка Plug and Play в BIOS;
- поддержка режима Plug and Play операционной системой.

Каждый из этих компонентов должен поддерживать стандарт Plug and Play, т.е. удовлетворять определенным требованиям.

Аппаратные средства. Под аппаратными средствами подразумеваются как компьютеры, так и платы адаптеров. Не надо думать, что в компьютере Plug and Play нельзя использовать старые адаптеры шины ISA. Применять их можно, но, разумеется, преимуществ, которые предоставляет автоматическая конфигурация, уже не будет.

Платы адаптеров Plug and Play информируют системную BIOS и операционную систему (ОС) о необходимых им ресурсах. В свою очередь, BIOS и ОС, по возможности, предотвращают конфликты и передают платам адаптеров информацию о конкретных выделенных ресурсах. После этого плата адаптера автоматически настраивается под эти ресурсы.

BIOS. Большинству пользователей придется заменить BIOS или приобрести новые компьютеры с BIOS, поддерживающей стандарт Plug and Play. В совместимую BIOS включено 13 дополнительных системных функций, которые используются ОС компьютеров Plug and Play. BIOS, в которой поддерживается технология Plug and Play, разрабатывают такие фирмы, как Compaq, Intel и Phoenix Technologies.

Возможности Plug and Play в BIOS реализуются в процессе выполнения расширенной процедуры POST при включении компьютера. BIOS идентифицирует и определяет расположение плат в слотах, а также настраивает адаптеры Plug and Play. Эти действия выполняются в несколько этапов.

1. На системной плате и платах адаптеров отключаются настраиваемые узлы.
2. Обнаруживаются все ISA-устройства типа Plug and Play.
3. Создается исходная карта распределения ресурсов: портов, линий IRQ, каналов DMA и памяти.
4. Подключаются устройства ввода-вывода.
5. Сканируются ROM в ISA-устройствах.

6. Выполняется конфигурация устройств программами начальной загрузки, которые затем участвуют в запуске всей системы.
7. Настраиваемым устройствам передается информация о выделенных им ресурсах.
8. Запускается начальный загрузчик.
9. Управление передается операционной системе.

Операционная система. В ПК можно установить как новую версию DOS или Windows 98, так и расширения к имеющейся операционной системе. Большинство пользователей DOS знакомы с расширениями такого типа — уже в течение нескольких лет они используются для поддержки дисководов CD-ROM. Если вы используете Windows NT 4.0, драйверы Plug and Play, возможно, не будут загружены автоматически. В этом случае драйвер может быть найден на компакт-диске Windows NT 4.0 в каталоге DRVLIB\PNPISA\. Откройте подходящий для вашего набора микросхем системной логики подкаталог и установите файл PNPISA.INF. В Windows NT 5.0 встроены все необходимые средства для поддержки технологии Plug and Play.

Операционная система должна сообщить вам о конфликтах, которые не были устранены BIOS. В зависимости от возможностей операционной системы вы можете настроить параметры адаптеров вручную (с экрана) или выключить компьютер и изменить положение перемычек и переключателей на самих платах. При перезагрузке будет выполнена повторная проверка и выданы сообщения об оставшихся (или новых) конфликтах. После нескольких "заходов" все конфликты, как правило, устраняются.

Замечание

Учтите, что технология Plug and Play постоянно совершенствуется. Так, в Windows 95 для ее поддержки требуется BIOS хотя бы версии 1.0a ISA Plug and Play. Если в вашей системе используется устаревшая BIOS, то установите более новую версию.

Выбор системной платы

Многие пользователи при выборе системных плат руководствуются информацией из журнальных обзоров или, что еще хуже, чьими-то соображениями. Чтобы исключить такие случайные факторы, мы разработали список компонентов и критериев выбора компьютера. В нем учтено несколько отсутствующих в большинстве подобных списков важных моментов, которые гарантируют, что выбранная модель действительно будет совместимой и ее можно будет модернизировать.

Выбирая плату, внимательно рассмотрите ее со всех сторон. Не забудьте о технической поддержке на профессиональном (а не на пользовательском) уровне. Будет ли обеспечена такая поддержка? Есть ли документация, и все ли она охватывает?

Ниже перечисляются компоненты и критерии, которыми можно руководствоваться при оценке любого IBM-совместимого компьютера. При рассмотрении конкретного компьютера не следует рассчитывать, что он будет удовлетворять буквально всем этим требованиям. Однако, если он не удовлетворяет многим из них, держитесь от него подальше. Несколько первых пунктов наиболее критичны (хотя я считаю, что все они одинаково важны!).

- *Процессор.* Системная плата для Pentium должна, как минимум, поддерживать трехвольтовые процессоры Pentium второго поколения, устанавливаемые в гнездо типа Socket 5 или Socket 7. Системные платы Pentium с гнездом типа Socket 7 также поддерживают процессоры технологии MMX, включая процессор K6 фирмы AMD. Процессоры Pentium Pro и Pentium II работают на уникальных системных платах, не совместимых с другими системными платами Pentium. Самый дешевый процессор PII —

Celeron, представленный Intel в середине 1998 года. Это — процессор PII без кэша уровня 2, он менее быстродействующий, чем обычный Pentium II, но все же работает быстрее, чем Pentium. Celeron можно заменить процессором Pentium II, потому что системные платы — те же самые. Все системные платы для Pentium Pro используют гнездо типа Socket 8, а во всех системах на основе Pentium II (кроме серверов) используется разъем типа Slot 1.

- *Установочное гнездо процессора.* На системной плате Pentium должно быть установлено гнездо ZIF (Zero Insertion Force — с нулевым усилием вставки), соответствующее стандарту гнезд типа Socket 7 (321-контактные) фирмы Intel. Системные платы Pentium Pro (P6) должны иметь гнездо типа Socket 8. Перед тем как приобрести дорогую многопроцессорную плату, убедитесь, что ваша операционная система сможет использовать ее возможности. Например, пока Windows 95 не может реально использовать более одного процессора, а Windows NT, OS/2 и некоторые другие, возможно, будут работать с этими системами значительно быстрее.
- *Быстродействие системной платы.* На системной плате Pentium или Pentium Pro должен быть установлен переключатель тактовой частоты для работы на частоте 60, 66 или 75 МГц для обеспечения максимальной производительности и совместимости. Для настройки частоты современных процессоров Pentium или Pentium Pro используется множитель тактовой частоты системной платы. Например, Pentium 75 работает на системной плате с тактовой частотой 50 МГц, процессоры Pentium 60, 90, 120, 150, 180 работают на системной плате с базовой частотой 60 МГц, а Pentium 66, 100, 133, 166 и 200 — 66 МГц. Процессоры Pentium Pro 150, 180 и 200 работают на системных платах с частотами 50, 60 и 66 МГц соответственно. Для Pentium II имеются системные платы работающие на тактовой частоте 66 МГц или 100 МГц. Обратите внимание, что все процессоры Pentium, продаваемые сегодня, работают на тактовой частоте, кратной тактовой частоте системной платы. Все остальные компоненты (особенно кэш-память) должны сохранять работоспособность и при максимальной тактовой частоте платы.
- *Кэш-память.* На всех системных платах для процессоров Pentium должно быть установлено 256–512 Кбайт кэш-памяти уровня 2. Большинство процессоров Pentium Pro имеет встроенный кэш уровня 2 емкостью 256 или 512 Кбайт, но они могут содержать дополнительную микросхему кэш-памяти этого уровня на системной плате для достижения еще большей производительности. Кэш уровня 2 должен быть двунаправленным (т.е. кэшироваться должна как считываемая, так и записываемая информация) и выполненным на достаточно быстродействующих микросхемах, чтобы поддерживать максимальную тактовую частоту системной платы (цикл кэш-памяти — не более 15 нс для частоты 66 МГц и 13 нс для 75 МГц). Для плат с Pentium необходим кэш Synchronous SRAM (Static RAM), который еще называют Pipelined Burst SRAM.
- Модули памяти SIMM или DIMM. В идеале, в системных платах с процессором 486 должны использоваться 72-контактные модули SIMM с одним банком памяти, состоящим из единственного модуля. Допускается установка 30-контактных модулей SIMM (для того чтобы можно было использовать модули памяти от старых системных плат). На системных платах с процессорами Pentium и Pentium Pro должны быть установлены 72-контактные модули SIMM или 168-контактные модули DIMM. Благодаря 64-разрядной конструкции этих плат 72-контактные модули SIMM должны быть установлены парами, а модули DIMM — по одному на 64-разрядный банк. Обратите особое внимание на общий объем памяти, который поддерживает данная системная плата: 16 Мбайт — это минимум, необходимый для работы современных приложений, однако реально вам понадобится гораздо больше. Системные платы Pentium поддерживают как минимум 128 Мбайт, а многие платы Pentium II — больше 1 Гбайт. Системная плата

должна содержать минимум 4 разъема памяти (72-контактных, 168-контактных или их комбинацию), а вообще, чем больше, тем лучше. В системах, использующихся для выполнения критических заданий, следует применять модули с возможностью контроля четности (Parity SIMM), а системная плата должна полностью обеспечивать контроль четности или поддерживать коды с исправлением ошибок (Error Correcting Code — ECC). Заметьте, что популярный набор микросхем (чипсет) Intel Triton Pentium (82430FX) вообще не поддерживает память с контролем четности. Другие наборы микросхем для Pentium, такие как Neptune (82430NX) и Triton II (82430HX), поддерживают контроль четности, а Triton II даже поддерживает коды с исправлением ошибок (ECC) при использовании стандартных модулей Parity SIMM. Процессор Pentium II 333 МГц (и более дешевые) может кэшировать до 512 Мбайт оперативной памяти (обратите внимание, что большинство системных плат не допускают установки такого большого объема памяти), в то время как более новый и быстрый Pentium II 350 МГц кэширует оперативную память объемом до 4 Гбайт. Хотя 32 Мбайта расцениваются как необходимый минимум для сегодняшних приложений, фактически понадобится установить намного больше. Я рекомендую установить не менее 64 Мбайт. Для максимальной эффективности выбирайте платы, которые поддерживают модули SDRAM на 3,3 В. Можно использовать даже еще более быстрые RDRAM-модули (модули Rambus DRAM) RIMM (Rambus Inline Memory Modules) с тактовой частотой 800 МГц или выше.

- В системах, выполняющих критические задания, необходимы модули DIMM, поддерживающие контроль четности или коды с исправлением ошибок. (Убедитесь, что системная плата полностью поддерживает коды с исправлением ошибок.) Большинство наборов микросхем системной логики серии 430 не поддерживают кодов с исправлением ошибок, в то время как в большинстве наборов микросхем системной логики для Pentium II эта возможность предусмотрена. Обратите внимание, что набор микросхем системной логики 440EX для плат, в которые обычно устанавливается процессор Celeron, не поддерживает коды с исправлением ошибок и не должен использоваться в системах, выполняющих критические задания.
- В большинстве системных платы для Pentium и Pentium II имеется 3 или 4 разъема для модулей DIMM.
- *Тип шины.* Системные платы с Pentium, Pentium Pro и Pentium II должны иметь один или несколько слотов шины ISA и три или четыре слота локальной шины PCI. Обратите внимание на расположение слотов, чтобы убедиться, что вставленные в них платы расширения не блокируют доступ к разъемам памяти и сами не заблокированы другими компонентами.
- *BIOS.* В системных платах должна использоваться стандартная программа BIOS (базовая система ввода-вывода) фирмы AMI, Phoenix или Award. Для упрощения модернизации BIOS должна быть записана в микросхемах Flash-ROM или EEPROM и поддерживать технологию Plug and Play, Enhanced IDE или Fast ATA, а также дисководы LS-120. В BIOS должна быть предусмотрена система расширенного управления питанием APM (Advanced Power Management).
- *Форм-фактор.* Лучше всего использовать ATX, имеющий значительные преимущества перед Baby-AT и LPX. Кроме этого, для дешевых компьютеров предназначен форм-фактор NLX, разработанный Intel.
- *Встроенные интерфейсы.* Системная плата должна иметь как можно больше встроенных контроллеров и интерфейсов (кроме видеоадаптера). На ней должны быть установлены разъем Enhanced IDE (также называемый Fast ATA) локальной шины (PCI или VL-Bus), два встроенных высокоскоростных последовательных порта (с микро-

схемами UART типа 16550A), высокоскоростной параллельный порт (EPP или ECP), а также два порта USB. Также желателен встроенный разъем для подключения мыши типа PS/2, хотя для этого можно использовать любой последовательный порт.

- В ближайшем будущем порты USB станут необходимым элементом настольных компьютеров. Встроенный порт SCSI является еще одним преимуществом, при условии, что он соответствует стандарту улучшенного программного интерфейса ASPI (Advanced SCSI Programming Interface). На плате может быть установлен встроенный сетевой адаптер, но, как правило, отдельная плата адаптера, подключаемая к шине ISA, лучше поддерживается стандартными сетевыми драйверами и легче модернизируется. В некоторых ситуациях плюсом можно назвать наличие встроенного видеоадаптера. Оптимальным является видеоадаптер, подключаемый к локальной шине. То же самое можно сказать о встроенных звуковых платах. Обычно они поддерживают основные функции и совместимость с платой Sound Blaster, но зачастую не имеют других характеристик, свойственных подключаемым звуковым платам.
- *Технология Plug and Play (P&P).* Системная плата должна поддерживать стандарт Plug and Play фирмы Intel. Это обеспечивает автоматическую конфигурацию адаптеров PCI, а также ISA-адаптеров стандарта Plug and Play.

Совет

Даже если для данной системной платы не указана совместимость со стандартом Plug and Play, она может быть совместима с ним, поскольку системные платы PCI должны удовлетворять требованиям этого стандарта.

- *Управление питанием.* Системная плата должна полностью поддерживать все возможности процессоров SL Enhanced с системой расширенного управления питанием APM (Advanced Power Management) и способы управления системой SMM (System Management Mode), которые позволяют переводить различные узлы компьютера на различные уровни готовности и энергопотребления. Усовершенствованный стандарт для управления питанием называется ACPI (Advanced Configuration & Power Interface). Компьютеры, удовлетворяющие стандарту Energy-Star, в режиме приостановки потребляют меньше 30 Вт электроэнергии.
- *Наборы микросхем системной платы.* Системные платы для Pentium II должны использовать высокоэффективный набор микросхем системной логики (чипсет), который поддерживает модули DIMM SDRAM— предпочтительно те, в которых применяются коды с исправлением ошибок, например Intel 440LX или 440BX. Набор 440EX, который разработан для дешевых систем, не поддерживает в памяти коды с исправлением ошибок и не может использоваться в компьютерах, выполняющих критические задания. Обратите внимание, что в классических компьютерах на основе Pentium большинство доступных наборов микросхем системной логики Intel не поддерживает в памяти коды с исправлением ошибок или контроль четности.
- *Документация.* Системные платы обязательно должны сопровождаться подробной технической документацией. В ней должны описываться все имеющиеся на плате перемычки и переключатели, разводки контактов всех разъемов, параметры микросхем кэш-памяти, модулей SIMM и прочих заменяемых элементов, а также содержаться другая необходимая информация. Имеет смысл заказать в фирме-производителе документацию к BIOS, установленной в компьютере, а также справочную информацию обо всех имеющихся на системной плате микросхемах. Кроме того, неплохо было бы получить справочную информацию об ИС контроллеров и микросхемах ввода-вывода.

На первый взгляд может показаться, что эти требования слишком строги и им не удовлетворяет большинство имеющихся в продаже системных плат (включая и ту, которая уже установлена в вашем компьютере!). Однако, если вы будете придерживаться всех этих критериев, то сможете выбрать системную плату наивысшего качества, сделанную по последнему слову компьютерной технологии, которую можно будет модернизировать и расширять в течение многих лет. Мы советуем вам приобретать системные платы таких известных фирм, как Intel, Acer, ABIT, AsusTek, Elitegroup, FIC (First International Computer) и т.п. Платы этих фирм могут стоить несколько дороже других, однако известность марки придаст вам некоторую уверенность, ведь, чем больше плат продает фирма, тем выше вероятность того, что имевшиеся недостатки уже были обнаружены и устранены. Кроме того, техническую поддержку легче получить в крупных фирмах-производителях.

Документация

Как уже говорилось, наличие документации является важным фактором при покупке системной платы. Большинство системных плат конструируется на базе определенного комплекта микросхем, из которых строятся практически все узлы системной платы. Комплекты микросхем выпускают такие фирмы, как Intel, VIA, ALI, SiS и др. Мы советуем заказывать справочную информацию об используемом комплекте микросхем непосредственно в фирме-производителе.

Нам очень часто задают вопросы, касающиеся программы SETUP для настройки BIOS. Пользователи интересуются, что означает *дополнительная настройка микросхем (advanced chipset setup)* и что произойдет, если ее изменить. Часто ответ на этот вопрос пытаются найти в документации к BIOS, однако настройка микросхем обычно в ней не описывается. Нужная информация приводится в технических справочниках по конкретному комплекту ИС, издаваемых фирмами-производителями. Эти справочники предназначены для инженеров, разрабатывающих системные платы, и в них содержатся подробные сведения о свойствах микросхем, особенно о тех, которые можно изменять.

Не следует пренебрегать любыми справочниками по другим важным микросхемам компьютера, таким как контроллеры накопителей на гибких и жестких дисках, микросхемы ввода-вывода и, конечно, центральный процессор. В справочниках вы найдете огромное количество информации об этих узлах.

Внимание

Имейте в виду, что большинство производителей выпускает конкретные модификации микросхем в течение короткого времени, а затем переходит к производству их модернизированных вариантов. Справочники по микросхемам доступны только тогда, когда производятся сами микросхемы. Если же вы будете раздумывать слишком долго, может оказаться, что достать нужную документацию уже невозможно. Не откладывайте на завтра то, что НУЖНО сделать сегодня!

Оптимальное соотношение быстродействия компонентов

Некоторые производители совместимых компьютеров для экономии средств применяют *нестандартные компоненты*. Самым дорогостоящим элементом системной платы является *микропроцессор (CPU)*. В связи с тем, что платы часто поставляются без процессоров, компании-сборщики устанавливают в них микросхемы с меньшим быстродействием. Например, компьютер может быть продан как работающий с тактовой частотой 266 МГц, но на самом деле в нем установлен процессор, рассчитанный на 233 МГц. Даже если компьютер будет работает нормально, то надолго ли это? Когда процессор работает на большей частоте, чем номинальная, он перегревается, что может привести к зависаниям, сбоям и т.д. Поэтому лучше не приобретать компьютеров, тактовая частота которых превышает номинальную частоту используемых элементов.

Искушению приобрести такой ПК легко поддаться, так как "быстрые" микросхемы стоят дороже, а Intel и другие производители маркируют процессоры "с запасом". Я взял несколько процессоров 486 на 25 МГц и запустил их на 33 МГц. Они довольно неплохо работали (Pentium 90 работал и на частоте 100 МГц). Я вполне мог бы купить компьютер с процессором Pentium 90 и попытаться заставить его работать с тактовой частотой 100 МГц. Если бы я обнаружил, что он зависает или сбоит, то немедленно вернул бы его в исходное состояние. Но если я покупаю систему рассчитанную на частоту 200 МГц, я вправе требовать, чтобы все ее детали были рассчитаны именно на 200, а не на 166 МГц. Сейчас многие микросхемы снабжаются *теплоотводами*, которые, с одной стороны, несколько снижают остроту проблемы, а с другой — весьма удачно *прикрывают* заводскую маркировку. Если цена слишком хороша, чтобы быть правдой, выясните, все ли компоненты имеют быстродействие, соответствующее тактовой частоте компьютера.

Чтобы положить конец порочной практике оверклокинга, Intel стала встраивать защиту от него в свои центральные процессоры. Такие процессоры не будут работать на повышенной частоте. (Но они смогут работать на более низких частотах.)

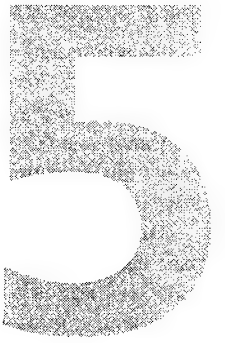
Необходимо предупредить, что маркировку микросхем AMD и Cyrix можно легко стереть. Поскольку большинство микросхем AMD могут хорошо работать и на повышенных частотах, бывали случаи их перемаркировки. Если вы приобретаете процессор AMD K6 или систему с таким процессором, убедитесь, что первоначальная маркировка не была стерта.

Максимальная тактовая частота процессора обычно указывается на его корпусе. Обозначение типа микросхемы заканчивается последовательностью цифр *-xxx*, где *xxx* — число, обозначающее максимальную частоту. Например, -333 означает, что процессор рассчитан на 333 МГц.

Внимание

Будьте осторожны, определяя скорость процессора с помощью тестовых программ! Такие программы могут показать частоту, с которой процессор работает в данный момент, а не ту, на которую он рассчитан. Не смотрите также на индикатор частоты на передней панели корпуса. Эти цифровые индикаторы можно заставить показывать все что угодно! Их показания не имеют отношения к действительной частоте системы.
Гораздо лучше воспользоваться программой Norton Utilities фирмы Symantec, которая может читать идентификатор процессора и номер изменения. Можете проконсультироваться у изготовителя процессора или заглянуть в таблицы, приведенные в главе 3.

Глава 5
Оперативная память



В этой главе память рассматривается как с логической, так и с физической точек зрения. Здесь будут описаны микросхемы и модули памяти, которые можно установить в компьютере. Кроме того, будет рассказано о структуре памяти, ее разбиении на области и назначении этих областей. В главе содержится много полезной информации, которая поможет вам разобраться во всем этом, чтобы вы могли эффективнее использовать компьютер.

Память: основные понятия

Оперативная память ПК — рабочая область для процессора компьютера. В ней во время работы хранятся программы и данные. Оперативная память часто рассматривается как временное хранилище, потому что данные и программы сохраняются там только тогда, когда компьютер включен или до нажатия кнопки сброса (reset). Перед выключением или нажатием кнопки сброса, все данные, которые были изменены во время работы, необходимо сохранить на запоминающем устройстве, которое может хранить информацию постоянно (обычно — это жесткий диск). При новом включении питания сохраненная информация может быть загружена в память снова.

Мы часто называем устройства оперативной памяти *запоминающими устройствами с произвольным доступом*. Это означает, что обращение к данным, хранящимся в оперативной памяти, не зависит от порядка расположения данных в памяти. Когда говорят о памяти компьютера, обычно подразумевают оперативную память, имея в виду прежде всего микросхемы памяти или модули, в которых хранятся активные программы и данные, используемые процессором. Однако иногда термин "память" относится также к внешним запоминающим устройствам, к которым принадлежат такие устройства как диски и лентопротяжки.

Термин оперативная память часто обозначает не только микросхемы, которые составляют устройства памяти в системе, но и способ логического отображения и размещения устройств памяти. Логическое отображение — это способ отображения адресов памяти на фактически установленные микросхемы. Размещение — это расположение информации (данных и команд) определенного типа по конкретным адресам памяти системы.

Новички часто путают оперативную память с памятью на диске, поскольку емкость устройств памяти обоих типов выражается в одинаковых единицах — мегабайтах или гигабайтах. Однако лучше всего объяснить связь между просто памятью и памятью на диске с помощью следующей аналогии. Представьте себе небольшую контору, в которой клерк обрабатывает информацию, хранящуюся в картотеке.

В этой аналогии картотека представляет жесткий диск системы, где длительное время хранятся программы и данные. Рабочий стол представляет оперативную память системы, которую в текущий момент обрабатывает клерк, действующий как процессор. Клерк имеет прямой доступ к любым документам, находящимся на его столе. Однако, чтобы работать с конкретным документом, его сначала необходимо отыскать в шкафу и поместить на рабочий стол. Если рабочий стол достаточно большой, клерк может одновременно работать со многими документами;

аналогично, если ваша система имеет большой объем оперативной памяти, одновременно можно выполнять большое количество программ (и большие по объему программы).

Добавление к системе жесткого диска подобно установке еще одного шкафа для хранения документов в конторе; клерк может постоянно хранить большее количество документов. Увеличение объема оперативной памяти в системе подобно установке большего рабочего стола; компьютер может работать с большим количеством программ и данных одновременно.

Впрочем, есть одно различие между хранением документов в конторе и способом, которым файлы действительно хранятся в компьютере: когда файл загружен в оперативную память, его копия все еще хранится на жестком диске. Обратите внимание, что, поскольку невозможно постоянно хранить файлы в оперативной памяти, все файлы, которые были изменены после загрузки в память, затем должны быть снова сохранены на жестком диске прежде, чем компьютер будет выключен. Если измененный файл не будет сохранен, то первоначальная копия файла на жестком диске останется неизменной.

Во время выполнения в оперативной памяти хранятся программы и данные, используемые программами. Микросхемы оперативной памяти (RAM) иногда называют энергозависимой памятью — после выключения компьютера данные, хранимые в них, будут потеряны, если они предварительно не были сохранены на диске или другом устройстве внешней памяти. Чтобы избежать утраты данных, некоторые приложения автоматически делают резервные копии данных.

Физически оперативная память в системе представляет собой набор микросхем или модулей, содержащих микросхемы, которые обычно подключаются к системной плате. Эти микросхемы или модули могут иметь различные характеристики и, чтобы функционировать правильно, должны быть совместимы с системой, в которую они устанавливаются.

Как и процессор, память — один из наиболее дорогих компонентов в современном ПК, хотя общая стоимость памяти в обычном настольном компьютере за последние несколько лет снизилась. Но даже после падения цен, память системы, как правило, стоит вдвое дороже, чем системная плата. До обвального падения цен на память в середине 1996 года, в течение многих лет цена одного мегабайта памяти держалась приблизительно на уровне 40 долларов. Шестнадцать мегабайтов (в то время это — типичная конфигурация) стоили больше чем 600 долларов. Фактически до середины 1996 года память была настолько дорога, что стоила больше, чем слиток золота такой же массы. Высокие цены привлекли внимание преступников, и некоторые склады модулей памяти были ограблены. После серии вооруженных грабежей и других видов воровства, изготовители модулей памяти стали устанавливать вооруженную охрану и предприняли другие меры усиления защиты.

К концу 1996 года, цена одного мегабайта памяти снизилась приблизительно до 4 долларов. Цены продолжали падать и после главного обвального падения, теперь стоимость одного мегабайта составляет полтора доллара, или приблизительно 100 долларов за 64 Мбайт, что является типичным объемом ОЗУ. Сегодня мы устанавливаем объем памяти, приблизительно в четыре раза больший, чем несколько лет назад и, в то же время стоимость памяти составляет только примерно одну шестую часть стоимости компьютера.

Хотя память стоит теперь значительно дешевле, чем несколько лет назад, модернизировать ее приходится значительно чаще. В настоящее время быстрее, чем прежде, разрабатываются новые типы памяти, и вероятность того, что в новые компьютеры нельзя будет установить память устаревшего типа, как никогда велика. Поэтому, когда вы заменяете системную плату, зачастую приходится заменить и память.

По этой причине при выборе типа устанавливаемой памяти следует все хорошо обдумать и просчитать, чтобы минимизировать затраты на будущую модернизацию (или ремонт).

Типы запоминающих устройств

В современных ПК используются запоминающие устройства трех основных типов:

- ROM (Read Only Memory). Постоянное запоминающее устройство, ПЗУ. Запоминающее устройство, не способное выполнять операцию записи данных;
- DRAM (Dynamic Random Access Memory). Динамическое запоминающее устройство с произвольным порядком выборки;
- SRAM (Static RAM). Статическая оперативная память.

Память типа ROM

В памяти типа ROM (Read Only Memory), или ПЗУ (постоянное запоминающее устройство), данные можно только хранить, изменять их нельзя. Именно поэтому такая память используется только для чтения данных. ROM также часто называется энергонезависимой памятью, потому что любые данные, записанные в ROM, сохраняются при выключении питания. Поэтому в ПЗУ помещаются команды запуска персонального компьютера, то есть программное обеспечение, которое загружает систему.

Заметьте, что ПЗУ и оперативная память — не противоположные понятия. На самом деле ПЗУ технически представляет собой часть оперативной памяти системы. Другими словами, часть адресного пространства оперативной памяти системы отводится для ПЗУ. Это необходимо для хранения программного обеспечения, которое позволяет загрузить операционную систему в персональный компьютер.

Например, при включении персонального компьютера счетчик команд автоматически принимает значение (адрес) FFFF0h; команды, размещенные по этому адресу, должны обеспечить загрузку операционной системы. Этим командам отводится ровно 16 байтов от конца первого мегабайта оперативной памяти, и от конца ПЗУ. Если бы эти адреса указывали на ячейки памяти обычного ОЗУ, все данные, в том числе и команды, хранимые там исчезли бы при выключении питания, и процессор в следующий раз при включении питания не нашел бы там никаких команд. Но если этот адрес указывает на ячейку ПЗУ, программа запуска системы в неизменном виде выполняется каждый раз при включении компьютера.

Обычно, первым адресом ПЗУ системы, является адрес F0000h, который расположен за 64 Кбайт от конца первого мегабайта. Так как емкость кристалл ПЗУ обычно равна 64 Кбайт, то программы ПЗУ занимают полностью последние 64 Кбайт первого мегабайта, включая критический адрес FFFF0h первой команды запуска.

Кажется странным, что персональный компьютер при запуске начинает выполнять команду, расположенную за 16 байт от конца ПЗУ, но это сделано умышленно. Просто по этому адресу необходимо поместить команду перехода JMP, чтобы процессор перешел к фактическому началу программы — в большинстве случаев оно близко к адресу F0000h, который расположен примерно на 64 Кбайт ранее в карте памяти. Это подобно соглашению начинать чтение каждой книги с 16 страницы от конца; на этой странице пришлось бы указывать номер страницы, с которой фактически начинается изложение. Зато такое соглашение позволяет изменять объем ПЗУ.

Основной код BIOS содержится в кристалле (микросхеме) ПЗУ на системной плате, но на платах адаптеров также имеются ПЗУ. ПЗУ на платах адаптеров содержат вспомогательные подпрограммы базовой системы ввода-вывода и драйверы, необходимые для конкретной платы, особенно для тех плат, которые должны быть активизированы на раннем этапе начальной загрузки; к таким платам относится, например, видеоплата. Платы, которым на раннем этапе начальной загрузке не нужны драйверы, обычно не имеют ПЗУ, потому что их драйверы могут быть загружены с жесткого диска позже — в процессе начальной загрузки.

В ПЗУ на системной плате обычно содержатся четыре основных программы.

- *POST (Power-On Self Test).* Система тестирования при включении питания. Ряд тестовых задач, которые гарантируют, что компоненты системы работают должным образом.
- *CMOS Setup.* Управляемое с помощью меню приложение, которое позволяет пользователю установить параметры конфигурации системы, настроить средства защиты и указать предпочтения.
- *Программа начальной загрузки.* Эта программа ищет на диске операционную систему.
- *Базовая система ввода-вывода.* Ряд программ — драйверов устройств, предоставляющих стандартные средства сопряжения с основными аппаратными средствами системы, в особенности с аппаратными средствами, которые должны быть активизированы в процессе начальной загрузки.

В старых персональных компьютерах, для BIOS на системной плате отводилось до шести микросхем, но теперь в большинстве персональных компьютеров BIOS размещается на единственном кристалле (микросхеме).

На платах адаптеров, для которых при запуске требуются драйверы, также размещены ПЗУ. К таким платам относятся видеоплаты, большинство плат SCSI (Small Computer Systems Interface), платы контроллеров Enhanced IDE и некоторые сетевые платы. Кристалл (микросхема) ПЗУ на этих платах содержит драйверы и программы запуска, которые будут выполнены при начальной загрузке. Например, видеоплата может быть инициализирована, несмотря на то, что ПЗУ на системной плате не содержит драйверов для этого устройства. Нельзя загружать начальные драйверы режима VGA с диска, потому что экран останется темным (и вы не сможете управлять процессом загрузки), пока не загрузятся эти драйверы. Что же происходит при загрузке? Программа, хранящаяся в ПЗУ системной платы, сканирует специальную область адаптера ПЗУ оперативной памяти (адреса C0000-DFFFFh), ища пару байтов сигнатуры (55Aah), которая указывает на начало ПЗУ. Базовая система ввода-вывода системной платы автоматически выполняет программы в ПЗУ любого адаптера, который она находит в процессе сканирования. Вы можете наблюдать обнаружение и инициализацию видеоплаты в большинстве компьютеров при включении питания и во время выполнения программы POST.

Микросхемы ПЗУ очень медленны — время доступа равно 150 нс, в то время как время доступа запоминающего устройства на динамической оперативной памяти равно 60 нс или меньше. Поэтому во многих системах ПЗУ затеняется, т.е. его содержимое копируется в микросхемы динамической оперативной памяти при запуске, чтобы сократить время доступа в процессе функционирования. Процедура затенения копирует содержимое ПЗУ в оперативную память, а затем присваивает этой же оперативной памяти те же самые адреса, что первоначально использовались для ПЗУ, которое затем фактически отключается. Это повышает быстродействие системы памяти. Впрочем, в большинстве случаев достаточно затенить только базовую систему ввода-вывода на системной плате, и, возможно, на видеоплате.

Затенение главным образом полезно только в 16-разрядных операционных системах типа DOS или Windows 3.*x*. Если компьютер работает под управлением 32-разрядной операционной системы типа Windows 95, Windows 98 или Windows NT, то затенение фактически бесполезно, потому что эти операционные системы не используют 16-разрядный код из ПЗУ. Вместо него эти операционные системы загружают 32-разрядные драйверы в оперативную память, и ими заменяют 16-разрядный код базовой системы ввода-вывода, который, таким образом, используется только в течение запуска системы. Средство управления затенением находится в программе CMOS Setup в ПЗУ на системной плате.

Существует четыре различных типа микросхем ПЗУ:

- ROM (Read Only Memory), постоянная память, ПЗУ;
- PROM (Programmable ROM), или ППЗУ (программируемое ПЗУ);
- EPROM (Erasable PROM), или стираемая программируемая постоянная память, стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (Стираемое ППЗУ, СППЗУ);
- EEPROM (Electrically Erasable PROM). Электронно-стираемая программируемая постоянная память (ЭСППЗУ), также называемая flash ROM.

Независимо от типа ПЗУ, данные в нем сохраняются до тех пор, пока они не будут стерты преднамеренно.

В табл. 5.1 приведены идентификационные номера, обычно используемые для маркировки микросхем ПЗУ каждого типа.

Таблица 5.1. Идентификационные номера детали микросхем ПЗУ

Тип ПЗУ	Идентификационный номер	Другие признаки
ROM	Больше не используется	
PROM	27nnnn	
EPROM	27nnnn	Кварцевое окошко
EEPROM	28xxxx или	
	29xxxx	

Прожигаемое при изготовлении ПЗУ

Первоначально в большинстве ПЗУ уже при изготовлении были прожжены "0" и "1", т.е. такое ПЗУ можно представить в виде матрицы, в которой уже при изготовлении в нужных местах записываются нули и единицы. Матрица представляет собой кремниевый кристалл (микросхему). Рассматриваемые нами ПЗУ называются *прожигаемыми при изготовлении ПЗУ*, потому что данные записываются в маску, с которой фотолитографическим способом изготавливается матрица ПЗУ. Этот тип производственного процесса экономически оправдывает себя, если изготавливаются сотни тысяч ПЗУ с одинаковой информацией. Если необходимо изменить хотя бы один-единственный бит, придется переделать маску, а это обойдется недешево. Поэтому теперь прожигаемые при изготовлении ПЗУ не используются.

ППЗУ

ППЗУ — тип ПЗУ, в которое можно записывать любые данные. ППЗУ было изобретено в конце 70-х годов фирмой Texas Instruments и имело емкость от 1 Кбайт (8 Кбит) до 2 Мбайт (16 Мбит) или больше. Эти ПЗУ могут быть идентифицированы по номерам, указанным в маркировке, например 27nnnn, где 27 указывает ППЗУ типа TI, а nnnn — емкость кристалла (микросхемы) в Кбит. Например, в большинстве персональных компьютеров с ППЗУ использовались микросхемы 27512 или 271000, которые имели емкость 512 Кбит (64 Кбайт) или 1 Мбит (128 Кбайт).

Хотя мы говорим, что эти микросхемы после изготовления не содержат никакой информации, на самом деле при изготовлении они прописываются двоичными единицами. Другими словами, микросхема ПЗУ емкостью 1 Мбит содержит 1 миллион единиц (фактически 1 048 576). При программировании такого "пустого" ППЗУ в него записываются нули. Это обычно выполняет специальное программирующее устройство (рис. 5.1). Процесс програм-

мирования ПЗУ часто называется прожигом, сейчас объясню почему. Каждую "1" можно представить как неповрежденный плавкий предохранитель. Большинство таких микросхем работает при напряжении 5 В, но когда мы программируем ППЗУ, мы подаем более высокое напряжение (обычно 12 вольт) по различным адресам в пределах адресного пространства, отведенного для микросхемы. Это более высокое напряжение фактически записывает в ППЗУ "0", сжигая плавкие предохранители в тех местах, где необходимо преобразовать 1 в 0. Хотя можно превратить 1 в 0, этот процесс необратим, т.е. мы не можем преобразовать 0 обратно в 1. Программирующее устройство исследует программу, которую вы хотите записать в микросхему, и затем выборочно изменяет в микросхеме 1 на 0, только там, где это необходимо. По этой причине микросхемы ППЗУ часто называются микросхемами OTP (One Time Programmable — программируемые один раз). Они могут быть запрограммированы только однажды. Большинство ППЗУ стоят очень недорого, примерно 3 доллара за ППЗУ на типичной системной плате персонального компьютера. Поэтому при замене программы в ППЗУ, старое устройство выбрасывается, а новое прожигается в соответствии с новыми данными.

Процесс программирования ППЗУ занимает от нескольких секунд до нескольких минут, в зависимости от емкости микросхемы и применяемого алгоритма. На рис. 5.1 показано типичное программирующее устройство для ППЗУ, которое имеет несколько разъемов. Это устройство может программировать несколько микросхем сразу, сохраняя время при записи тех же самых данных в нескольких микросхемах. Менее дорогие программирующие устройства имеют только один разъем.

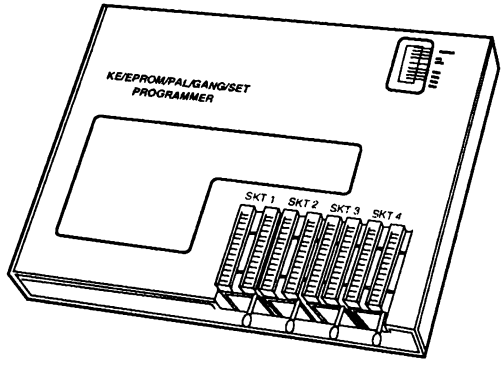


Рис. 5.1. Типичное программирующее устройство (многоразъемное) для прожига ППЗУ

Я рекомендую использовать очень недорогое программирующее устройство компании Andromeda Research. Несмотря на свою невысокую цену, устройство этой фирмы может быть подсоединено к параллельному порту персонального компьютера; после подсоединения данные для программирования из файла передаются в программирующее устройство. Кроме того, это устройство переносное. Управление им осуществляется с помощью меню, выводимого прилагаемой к нему программой, которая устанавливается на подсоединенном персональном компьютере. Программа содержит несколько функций, одна из них позволяет считывать данные с микросхемы и сохранять их в файле; можно также записать данные в микросхему из файла и проверить, что микросхема записана правильно или что микросхема "пуста" перед началом программирования.

Необходимо отметить, что для изменения базовой системы ввода-вывода в современных персональных компьютерах подобные устройства не применяются, поскольку в современных ПК прежде всего используются микросхемы flash ROM.

Замечание

Я даже использовал мое программирующее устройство для ППЗУ, чтобы перепрограммировать ППЗУ в Turbo Trans Am 1989 года выпуска. Я изменил установленные на заводе значения скорости и снял ограничения на количество оборотов в минуту, изменил управление турбокомпрессором, зажиганием, подачей топлива, а также установил новое число оборотов на малом газе и т.п.! Я также встроил переключатель, который позволяет мне подключать одну из четырех различных микросхем даже во время движения. Одна из моих микросхем, управляет подачей топлива: она отключает топливные инжекторы при скорости 36 миль в час, и включает их, когда скорость падает до 35 миль в час. Другая микросхема с целью защиты полностью прекращает подачу топлива к двигателю, когда я паркую автомобиль. Независимо от того насколько умным кажется вор, он не сможет увести такой автомобиль, он может его только отбуксировать. Я установил микросхему Superchips в свой Ford Explorer, и это значительно улучшило характеристики этого транспортного средства.

EPROM

EPROM — разновидность ППЗУ, которая одно время была очень популярной. EPROM — ППЗУ, которое является стираемым. Микросхема EPROM четко видна через кварцевое окошко, расположенное прямо над кристаллом. Фактически, сквозь окно вы можете видеть кристалл! Программируемые ПЗУ имеют тот же номер — 27xxxx, — что и стандартные ППЗУ, причем они функционально и физически идентичны, если бы не прозрачное кварцевое окно над матрицей.

Окно пропускает ультрафиолетовые лучи. Интенсивное ультрафиолетовое облучение стирает информацию на матрице (микросхеме) EPROM. Окно сделано из кристалла кварца, потому что обычное стекло не пропускает ультрафиолетовые лучи. (Ведь вы не можете загорать при закрытых окнах!) Кварцевое окно повышает стоимость микросхемы EPROM. Дополнительное увеличение стоимости следует считать неоправданным, если информацию не нужно стирать.

Ультрафиолетовые лучи стирают информацию на микросхеме, вызывая химическую реакцию, которая как бы восстанавливает (спаивает) плавкие предохранители! Так, любой двоичный 0 в микросхеме становится двоичной 1. Для этого требуется, чтобы длина волны ультрафиолетовых лучей была равна примерно 2,537 ангстрем, а их интенсивность — довольно высокой (12 000 мВт/см^2). Источник должен располагаться в непосредственной близости — не далее 2–3 см (приблизительно 1 дюйм), а время экспозиции составлять от 5 до 15 мин. Устройство стирания EPROM (рис. 5.2) содержит источник ультрафиолетовых лучей (обычно ультрафиолетовая лампа накаливания), расположенный над вытягивающимся ящичком, в котором размещаются стираемые микросхемы.

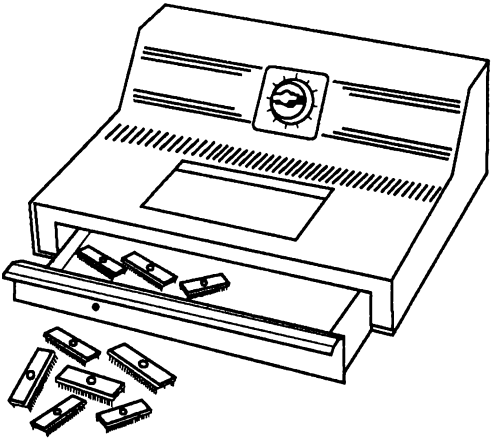


Рис. 5.2. Профессиональное устройство стирания памяти EPROM

На рис. 5.2 показано профессиональное устройство стирания EPROM, которое может обрабатывать до 50 микросхем одновременно. Я использую намного меньшее и менее дорогое устройство фирмы Walling Co, называемое DataRase. Это устройство стирает до четырех микросхем одновременно, кроме того, оно дешевое и переносное.

Кварцевое окно на микросхеме EPROM обычно заклеивается липкой лентой, которая предупреждает случайное облучение ультрафиолетовыми лучами. Ультрафиолетовые лучи входят в состав солнечного света, и, конечно, присутствуют даже в стандартном комнатном освещении, так что через какое-то время в микросхеме, подвергающейся экспозиции, может произойти утрата информации. По этой причине после программирования микросхемы ее окно заклеивается, чтобы предохранить ее от потери информации.

EEPROM (ЭСППЗУ), или flash ROM

Более новый тип ПЗУ — EEPROM (ЭСППЗУ). Это устройство является электронностираемой программируемой постоянной памятью. Данные микросхемы также называются flash ROM, и их можно перепрограммировать, не снимая с платы, на которую они установлены, без специального оборудования. Используя flash ROM, можно стирать и перепрограммировать ПЗУ на системной плате непосредственно в персональном компьютере, не удаляя микросхему из системы, и даже не открывая системного блока! Для перепрограммирования flash ROM не требуется устройство стирания ультрафиолетовым облучением или какое-либо иное программирующее устройство. С 1994 года микросхемы flash ROM устанавливаются не только на системных платах персональных компьютеров, но и в большинстве автомобилей. Например, мой Chevy Impala SS 1994 года выпуска имеет модуль PCM (Powertrain Control Module) с flash ROM.

Flash ROM можно узнать по номеру 28xxxx или 29xxxx и отсутствию окна в микросхеме. При наличии flash ROM на системной плате можно легко модернизировать ПЗУ, не меняя микросхемы. В большинстве случаев достаточно загрузить модифицированную программу для ПЗУ, полученную с Web-сервера изготовителя системной платы, и затем выполнить специальную программу, чтобы модифицировать ПЗУ. Эта процедура описана более подробно в главе 4.

Рекомендуется периодически посещать Web-сервер изготовителя системной платы, чтобы следить за модификациями базовой системы ввода-вывода для вашего компьютера. Модифицированная базовая система ввода-вывода может содержать ошибки или обеспечивать поддержку новых устройств, которых первоначально не было в вашей системе. Например, иногда необходимо модифицировать базовую систему ввода-вывода, чтобы поддержать загрузку с дисковода LS-120 (дискета емкостью 120 Мбайт).

Замечание

То же самое должны делать автолюбители. Теперь, когда процедура модернизации настолько проста и обходится недорого, изготовители транспортных средств используют flash ROM для улучшения характеристик транспортных средств. На Web-сервере изготовителя вы можете получить информацию об изменении базовой системы ввода-вывода, используемой в компьютере вашего автомобиля...

Сегодня многие объекты, управляемые с помощью компьютеров, имеют собственные микросхемы flash ROM. Скоро, наверное, ими будут оснащаться даже тостеры! Метод модифицирования системной платы персонального компьютера с помощью перезаписи flash ROM был рассмотрен в главе 4. Например, я модифицировал программы в микросхемах flash ROM модема ISDN фирмы Motorola и в цифровой камере фирмы Kodak. Оба эти изделия имели незначительные изъяны, которые были устранены путем модификации содержимого их внутреннего ПЗУ. Для этого мне понадобилось просто загрузить соответствующие файлы с Web-серверов и выполнить программы модификации, включенные в файл. С помощью flash ROM можно добавить новые возможности к внешним устройствам или привести в соответствие с самыми последними стандартами такие внешние устройства, как модемы.

DRAM — ДИНАМИЧЕСКАЯ ОПЕРАТИВНАЯ ПАМЯТЬ

Динамическая оперативная память — тип памяти, используемой в большинстве систем оперативной памяти современных персональных компьютеров. Основное преимущество динамической оперативной памяти состоит в том, что ее ячейки упакованы очень плотно, т.е. в очень малый кристалл (микросхему) можно упаковывать много битов, а значит на их основе можно построить память большой емкости.

Ячейки памяти в микросхеме динамической оперативной памяти — крошечные конденсаторы, которые удерживают заряды. Именно так (наличием или отсутствием зарядов) и кодируются биты. Проблема с динамической оперативной памятью состоит в том, что она является динамической, т.е. должна постоянно регенерироваться, так как в противном случае электрические заряды в конденсаторах памяти будут стекать, и данные будут потеряны. Регенерация происходит, когда контроллер памяти системы берет крошечный перерыв и обращается ко всем строкам данных в микросхемах памяти. Большинство систем имеет контроллер памяти (обычно встраиваемый в набор микросхем системной логики (чипсет) системной платы), который настроен на соответствующую промышленным стандартам частоту регенерации, равную 15 мкс. Ко всем строкам данных обращение осуществляется по прохождении 128 специальных циклов регенерации. Это означает, что каждые 1,92 мс (= 128x15 мкс) прочитываются все строки в памяти с целью обеспечения регенерации данных.

Регенерация памяти, к сожалению, "отнимает время" у процессора — каждый цикл регенерации по длительности занимает несколько циклов центрального процессора. В старых компьютерах циклы регенерации могли занимать до 10 % (или больше) процессорного времени, но в современных системами, работающих на частотах, равных сотням мегагерц, расходы на регенерацию составляют 1 % (или меньше) процессорного времени. Некоторые системы позволяют изменить параметры регенерации с помощью программы CMOS Setup, но увеличение времени между циклами регенерации может привести к тому, что в некоторых ячейках памяти заряд "стечет", а это приведет к сбоям памяти. В большинстве случаев надежнее придерживаться рекомендуемой или заданной по умолчанию частоты регенерации. Так как затраты на регенерацию в современных компьютерах составляют меньше 1 %, изменение частоты регенерации имеет незначительное влияние на характеристики компьютера.

В устройствах динамической оперативной памяти для хранения одного бита используется только один транзистор и пара конденсаторов, поэтому они более вместительны, чем микросхемы других типов памяти. В настоящее время имеются микросхемы динамической оперативной памяти емкостью до 256 Мбит и больше. Это означает, что эти микросхемы динамической оперативной памяти содержат 256 миллионов (и даже больше) транзисторов! А ведь Pentium II содержит только 7,5 миллиона транзисторов. Почему такое большое отличие в количестве транзисторов? Дело в том, что в микросхеме памяти все транзисторы и конденсаторы размещаются последовательно, обычно — в узлах квадратной решетки в виде очень простых, периодически повторяющихся структур, в отличие от процессора, который является намного более сложной схемой различных структур, связанных довольно "нерегулярным" способом. Сейчас разрабатываются микросхемы емкостью 256 Гбит; их производство планируется начать в 2001 или 2002 году. В таких микросхемах ширина строки схемы будет равна 0,05 микрона.

Транзистор для каждого одноразрядного регистра динамической оперативной памяти используется для чтения состояния смежного конденсатора. Если конденсатор заряжен, в ячейке записана 1; если заряда нет, то в ячейке записан 0. Заряды в крошечных конденсаторах постоянно стекают, вот почему память должна постоянно регенерироваться. Даже мгновенное прерывание подачи питания, или какой-нибудь сбой в циклах регенерации, приведет к потере заряда в ячейке динамической оперативной памяти, а, следовательно, и к потере данных.

Динамическая оперативная память используется в персональных компьютерах; поскольку она недорогая, то микросхемы могут быть плотно упакованы, а это означает, что ЗУ большой емкости может занимать небольшое пространство. К сожалению, динамическая оперативная

память не отличается высоким быстродействием, обычно она намного медленнее, чем процессор. По этой причине имеется много различных типов организации динамической оперативной памяти, позволяющих улучшить эту характеристику.

Быстродействие запоминающих устройств

Быстродействие процессора выражается в мегагерцах (МГц), а быстродействие запоминающего устройства и его эффективность — в наносекундах.

Наносекунда определяется как одна миллиардная доля секунды — очень короткий промежуток времени. Заметьте, что скорость света в вакууме равна 186 282 мили (299 792 километра) в секунду. За одну миллиардную долю секунды, световой луч проходит расстояние, равное всего лишь 11,80 дюйма или 29,98 сантиметра, т.е. меньшее, чем длина обычной линейки!

В табл. 5.2 приведена зависимость между быстродействием, выраженным в наносекундах (нс), и быстродействием, выраженным в мегагерцах (МГц).

Таблица 5.2. Зависимость между тактовой частотой в мегагерцах (МГц) и продолжительностью цикла в наносекундах (нс)

Тактовая частота, МГц	Продолжительность цикла, нс
6	166
8	125
10	100
12	83
16	62
20	50
25	40
33	30
40	25
50	20
60	16
66	15
75	13
80	12
100	10
120	8,3
133	7,5
150	6,6
166	6,0
180	5,5
200	5,0
233	4,2
250	4,0
300	3,3
333	3,0
350	2,8
400	2,5
450	2,2
500	2,0
550	1,8

Как можно заметить, при увеличении тактовой частоты продолжительность цикла уменьшается, а быстродействие памяти DRAM, много лет используемой в обычном персональном компьютере, мизерно по сравнению с быстродействием процессора, работающим на частоте 400 МГц и выше. Заметьте, что до недавнего времени, большинство микросхем памяти DRAM, используемых в персональных компьютерах, имело время доступа 60 нс, которое соответствует тактовой частоте 16,7 МГц! Так как эта медленная память устанавливается в системы, в которых процессор работает на частоте 300 МГц; то имеется несоответствие между эффективностью оперативной памяти и процессора.

Так как транзисторы для каждого бита в микросхеме памяти размещены в узлах решетки, наиболее рационально адресовать каждый транзистор, используя номер столбца и строки. Сначала выбирается строка, затем — столбец адреса, и, наконец, пересылаются данные. Начальная установка строки и столбца адреса занимает определенное время, обычно называемое *временем задержки*, или *ожиданием*. Время доступа для памяти равно времени задержки для выборки столбца и строки адреса плюс продолжительность цикла. Например, память, со временем доступа 60 нс обычно имеет время задержки 25 нс (чтобы выбрать строку и столбец адреса) и продолжительность цикла 35 нс, (чтобы фактически передать данные). Таким образом, истинная тактовая частота памяти со временем задержки 60 нс была бы порядка 28,5 МГц (35 нс = 28,5 МГц). Даже в этом случае для одной-единственной передачи данных требуется 60 нс, так что последовательные передачи данных могли бы осуществляться только на частоте 16,7 МГц (60 нс) из-за дополнительного времени ожидания.

Что случается, когда процессор 300 МГц многократно считывает байты данных из памяти, работающей на тактовой частоте 16 МГц? Ответ: огромная серия состояний ожидания! Состояние ожидания — дополнительный, "пустой" цикл, в котором процессор должен ожидать поступления данных. Если длительность цикла памяти равна 60 нс (16 МГц), а длительность цикла процессора — 3 нс (300 МГц), то процессор должен находиться в состоянии ожидания приблизительно 19 циклов аж до 20-го цикла, т.е. когда поступят данные. Таким образом, состояния ожидания значительно замедляют работу процессора, настолько, что он мог бы работать на частоте 16 МГц.

Быстрый постраничный режим (FPM) динамической оперативной памяти

Чтобы сократить время ожидания, стандартная память DRAM разбивается на страницы. Обычно для доступа к данным в памяти требуется выбрать строку и столбец адреса, что занимает некоторое время. Разбиение на страницы обеспечивает более быстрый доступ ко всем данным в пределах данной строки памяти, т.е. если не изменяется номер строки, а изменяется только номер столбца. Такой режим доступа к данным в памяти называется (быстрым) постраничным режимом (Fast Page Mode), а сама память — памятью Fast Page Mode. Другие вариации постраничного режима называются *Static Column*, или *Nibble Mode*.

Страничная организация памяти — простая схема повышения эффективности памяти, в соответствии с которой память разбивается на страницы длиной от 512 байтов до нескольких килобайтов. Электронная схема пролистывания позволяет при обращении к ячейкам памяти в пределах страницы уменьшить количество состояний ожидания. Если нужная ячейка памяти находится вне текущей страницы, то добавляется одно или большее количество состояний ожидания, так как система выбирает новую страницу.

Чтобы увеличить скорость доступа к памяти, были придуманы другие схемы доступа к динамической оперативной памяти. Одним из наиболее существенных изменений было внедрение пакетного (burst) режима доступа в процессоре 486 и более поздних. Преимущества пакетного (burst) режима доступа проявляются потому, что в большинстве случаев доступ к памяти является последовательным. После установки строки и столбца адреса в пакетном (burst) режиме можно обращаться к следующим трем смежным адресам без дополнительных состояний ожидания. Однако доступ в пакетном режиме обычно ограничивается четырьмя

операциями доступа. Чтобы объяснить это, мы обратимся к схеме синхронизации по количеству циклов для каждой операции доступа. Схема синхронизации типичного доступа в пакетном режиме для стандартной динамической оперативной памяти выглядит как *x-y-y-y*, где *x* — время выполнения первой операции доступа (продолжительность цикла плюс время ожидания), а *y* представляет собой число циклов, необходимых для выполнения каждой последующей операции доступа.

Схема синхронизации пакетного режима стандартной динамической оперативной памяти со временем доступа 60 нс обычно выглядит так: 5-3-3-3. Это означает, что первая операция доступа занимает пять циклов (на системной шине с частотой 66 МГц, что приблизительно равно 75 нс (5x15 нс; 15 нс — длительность одного цикла)), в то время как последующие операции занимают по три цикла каждая (3x15 нс = 45 нс). Заметьте, что без разбивки на страницы схема доступа к памяти выглядела бы как 5-5-5-5, потому что для каждой передачи данных запоминающему устройству потребовалось бы одно и то же время ожидания.

Память DRAM, которая поддерживает разбиение на страницы и пакетный режим, называется памятью с быстрым постраничным режимом (FPM). Это название подчеркивает тот факт, что для доступа к данным в памяти без смены страницы требуется меньшее количество циклов ожидания. В большинстве компьютеров 486 и более новых используется память FPM, а в более старые компьютеры устанавливали обычную динамическую оперативную память.

Другой метод ускорения памяти FPM называется *расслоением*. Этот метод использует совместно два отдельных банка памяти — распределяет четные и нечетные байты между этими банками. В то время, когда происходит обращение к одному банку, в другом банке выбираются строка и столбец адреса. Тогда, к моменту окончания выборки данных в первом банке, во втором банке закончатся циклы ожидания, и он будет готов к выборке данных. В то время, когда данные выбираются из второго банка, в первом банке идет процесс выборки строки и столбца адреса для следующей операции доступа. Это совмещение (перекрытие по времени) операций доступа в двух банках приводит уменьшению времени ожидания и обеспечивает более быстрый поиск данных. Единственная проблема состоит в том, что, для того чтобы использовать расслоение, вы должны установить идентичные пары банков, а при этом удваивается количество микросхем SIMM или DIMM. Этот метод широко использовался в 32-разрядных запоминающих устройствах для процессора 486, но приносит мало пользы в случае 64-разрядной памяти в процессоре Pentium. Чтобы использовать расслоение в Pentium, необходимо установить 128-разрядную память, т.е. четыре микросхемы SIMM с 72 штырьками или две микросхемы DIMM.

Оперативная память EDO

Начиная с 1995 года в компьютерах на основе Pentium используется новый тип оперативной памятью памяти — *EDO (Extended Data Out)*. EDO — усовершенствованный тип памяти FPM; этот тип иногда называют *Hyper Page Mode*. Память типа EDO была изобретена и запатентована фирмой Micron Technology (позже разрешение производить память такого типа получим многие другие изготовители). Память EDO собирается из специально изготовленных микросхем, которые учитывают перекрытие синхронизации между поочередными операциями доступа. Как следует из названия (Extended Data Out), драйверы вывода данных на микросхеме, в отличие от FPM, не выключаются, когда контроллер памяти удаляет столбец адреса в начале следующего цикла. Это позволяет совместить (по времени) следующий цикл с предыдущим, экономя приблизительно 10 нс в каждом цикле.

Таким образом, контроллер памяти EDO может начать выполнение новой команды выборки столбца адреса, а данные будут считываться по текущему адресу. Это почти идентично использованию различных банков для расслоения памяти, но в отличие от расслоения, вам не требуется одновременно устанавливать два идентичных банка памяти в системе.

Оперативная память EDO имеет схему синхронизации в пакетном режиме 5-2-2-2, а не 5-3-3-3, необходимую для стандартной памяти Fast Page Mode. Это означает, что четыре передачи данных из памяти EDO занимают 11 полных системных циклов (сравните с 14 полными циклами для памяти FPM). При проведении специальных тестов благодаря этому быстродействие увеличилось на 22 %, однако в фактических испытаниях памяти EDO на эталонных тестах всей системы быстродействие обычно увеличивается примерно на 5 %. Хотя увеличение быстродействия всей системы может показаться довольно небольшим, главное преимущество EDO состоит в том, что в таких запоминающих устройствах используются те же самые микросхемы динамической оперативной памяти, что и в памяти FPM. И стоимость таких запоминающих устройств равна стоимости памяти FPM. Однако при одной и той же стоимости EDO обладает более высокой эффективностью, чем FPM.

Чтобы использовать память EDO, набор микросхем системной логики на системной плате должен поддерживать ее. Большинство наборов микросхем системной логики на системной плате, начиная с чипсета Intel 430FX (Triton), выпущенного в 1995 году, поддерживают EDO. Поскольку микросхемы памяти EDO стояли столько же, сколько и стандартные микросхемы, а Intel стала поддерживать EDO во всех своих наборах микросхем системной логики, а вслед за ней — и все остальные персональных компьютеров.

Оперативная память EDO идеальна для систем с быстродействием шины до 66 МГц. Такие шины в персональных компьютерах использовались до 1997 года включительно; однако в течение 1998 года и в начале 1999-го память EDO была заменена более новой и быстрой памятью SDRAM (Synchronous DRAM — Синхронная динамическая оперативная память). Эта новая архитектура стала новым стандартом оперативной памяти персонального компьютера.

Burst EDO

Память *Burst Extended-Data-Out Dynamic Random Access Memory* (*Burst EDO*, *BEDO DRAM*) — разновидность памяти EDO. BEDO — это, в основном, та же память, что и EDO, но с еще более быстрой передачей данных. К сожалению, только один набор микросхем системной логики (Intel 440FX Natoma) поддерживал ее, и она была быстро заменена памятью SDRAM, которая поддерживается в подавляющем большинстве наборов микросхем системной логики. Память BEDO сегодня не используется и не производится.

SDRAM

SDRAM — аббревиатура, образованная от Synchronous DRAM (синхронная динамическая оперативная память), тип динамической оперативной памяти DRAM, работа которой синхронизируется с шиной памяти. SDRAM передает информацию в высокоскоростных пакетах, использующих высокоскоростной, синхронизированный интерфейс. SDRAM устраняет необходимость в большинстве циклов ожидания, необходимых при работе асинхронной динамической оперативной памяти — сигналы, по которым работает память такого типа, синхронизированы с тактовым генератором системной платы.

Как и для оперативной памяти EDO, для памяти этого типа требуется поддержка в наборе микросхем системной логики. Начиная с наборов 430VX и 430TX, выпущенных в 1997 году, все наборы микросхем системной логики фирмы Intel полностью поддерживают SDRAM; это самый популярный тип памяти для новых систем. SDRAM хорошо подходит для архитектуры Pentium II и новых высокоэффективных системных плат.

Эффективность SDRAM значительно выше по сравнению с оперативной памятью FPM или EDO. Поскольку SDRAM — это тип динамической оперативной памяти (DRAM), начальное время ожидания — то же самое, но общее время цикла намного короче, чем у памяти типа FPM или EDO. Схема синхронизации пакетного доступа SDRAM выглядит так: 5-1-1-1, т.е. четыре операции чтения завершаются всего лишь за восемь циклов системной шины (сравните с 11 циклами для EDO и 14 циклами для FPM).

Кроме этого, память SDRAM может работать на частоте 100 МГц (10 нс) и выше, что стало новым стандартом для системного быстродействия, начиная с 1998 года. Фактически все новые персональные компьютеры, проданные в 1998 году, имеют память типа SDRAM.

Ожидается, что в ближайшем будущем частота будет увеличена до 200 МГц. Память SDRAM поставляется в виде модулей DIMM, и, как правило, ее быстродействие оценивается в мегагерцах, а не в наносекундах.

Хотя быстродействие памяти SDRAM существенно выше, чем у памяти предшествующих типов, Стоит она не намного их дороже, поэтому SDRAM так быстро завоевала такие твердые позиции на рынке ПК.

Типы динамической оперативной памяти грядущих поколений

RDRAM

RDRAM, или Rambus DRAM, является радикально новым типом памяти, который, скорее всего, будет использоваться в высокопроизводительных персональных компьютерах, в 1999 и 2000 годах. (И это подтверждает Intel.) Такая память будет непосредственно поддерживаться в наборах микросхем системной логики.

Микросхемы RDRAM увеличивают пропускную способность памяти — в них предусмотрена "удвоенная" (16-разрядная) шина передачи данных, а частота увеличена до 800 МГц, а максимальная пропускная способность равна 1,6 Гбайт/сек. Специально для этой памяти фирмой Rambus были внесены изменения в протокол работы шины, чтобы передача управляющей информации не мешала передаче данных по шине. Для этого предусмотрены независимые схемы управления, а на адресной шине выделены две группы штырьков: для команд выбора строки и столбца и для передачи данных по шине передачи данных шириной 2 байта.

Архитектура памяти RDRAM поддерживает несколько одновременных расслоенных транзакций. Устройство емкостью 64 Мбит полностью использует тракт данных шириной 128 разрядов, работающий на частоте 100 МГц. Так как микросхемы RDRAM имеют четыре режима пониженного потребления мощности и автоматически переключаются в режим резервирования на завершающей стадии транзакции, мощность, потребляемая модулем SDRAM, даже ниже мощности других модулей памяти в настольных ПК и приближается к мощности, потребляемой памятью EDO для портативных ПК.

Микросхемы RDRAM будут устанавливаться в модули RIMM (Rambus Inline Memory Modules). Модуль RIMM (рис. 5.3) по размеру и форме подобен DIMM, но они не взаимозаменяемы.

Контроллер памяти RDRAM с единственным каналом Rambus позволяет установить не более трех модулей RIMM. (При плотности упаковки 64 Мбита в кристалле модуль RIMM имеет емкость 256 Мбайт.) В будущем модули RIMM будут иметь емкость до 1 Гбайт и больше, появятся наборы микросхем системной логики (со встроенными контроллерами памяти Rambus), которые смогут поддерживать большее количество каналов Rambus, и тогда на материнской плате появится большее количество разъемов RIMM.

Интересно, что фирма Rambus не производит ни микросхем RDRAM, ни микросхем RIMM; это делают другие компании. Rambus — это компания, специализирующаяся на разработке микросхем, а не на их производстве. Rambus позволяет другим компаниям использовать ее технологию при производстве устройств и модулей. По крайней мере, 13 компаний получили лицензию на производство памяти RDRAM, среди которых Fujitsu Ltd., Hitachi Ltd., Hyundai Electronics Industry Co. Ltd., IBM Microelectronics, LG Semiconductor Co. Ltd., Micron Technology Inc., Mitsubishi Electric Corp., NEC Corp., Oki Electric Industry Co. Ltd., Samsung Electronics Corp., Siemens AG, и Toshiba Corp. Все эти компании будут производить и устройства RDRAM и микросхемы RIMM.

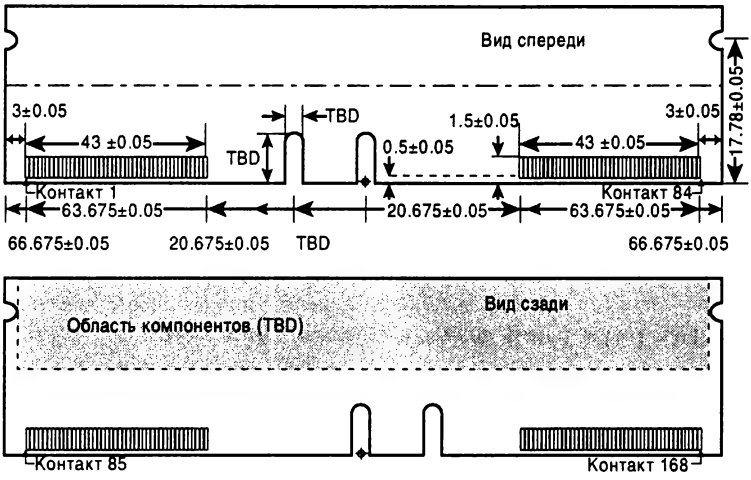


Рис. 5.3. 168-контактный модуль RIMM

DDR SDRAM

Память DDR (Double Data Rate — двойная скорость передачи данных) SDRAM — это еще более усовершенствованный стандарт SDRAM, при котором скорость передачи данных удваивается. Удвоение эффективности передачи данных в стандарте памяти DDR достигается не за счет удвоения тактовой частоты, а за счет передачи данных два раза за один цикл, первый раз — в начале цикла, а второй раз — в конце. В действительности именно благодаря этому и удваивается скорость передачи (при том, что используются те же самые частоты и синхронизирующие сигналы).

Память DDR предлагается компаниями, выпускающими процессоры, такими как AMD и Cyrix, и изготовителями наборов микросхем системной логики, такими как VIA Technologies, ALi (Acer Labs, Inc.) и SiS (Silicon integrated Systems). Эта дешевая память (для производства которой не нужна лицензия) строится на основе микросхем RDRAM. Фирма Intel в своих новых высокопроизводительных компьютерах, выпускаемых в этом году, устанавливает только микросхемы RDRAM, а память DDR — в дешевых персональных компьютерах. Официально стандартизация DDR была предпринята Консорциумом DDR, в который входят Fujitsu, Ltd., Hitachi, Ltd., Hyundai Electronics Industries Co., Mitsubishi Electric Corp., NEC Corp., Samsung Electronics Co., Texas Instruments, Inc. и Toshiba Corp.

Кэш-память — SRAM

Существует тип памяти совершенно отличный от других, который имеет более высокое быстродействие, чем большинство типов динамической оперативной памяти. SRAM — это сокращение от Static RAM (Статическая оперативная память). Она названа так потому, что в отличие от динамической оперативной памяти (Dynamic RAM — DRAM), для сохранения ее содержимого не требуется периодическая регенерация. Преимущество памяти SRAM состоит не только в том, что не требуется регенерация, но и в том, что память SRAM имеет более высокое быстродействие, чем динамическая оперативная память, и может работать на той же частоте, что и современные процессоры.

Время доступа памяти SRAM не больше 2 нс, это означает, что такая память может работать синхронно с процессорами на частоте 500 МГц или выше! Однако для хранения каждого бита в конструкции памяти SRAM используется кластер из шести транзисторов. Использова-

ние транзисторов без каких-либо конденсаторов означает, что нет необходимости в регенерации. (Ведь если нет никаких конденсаторов, то и заряды не теряются.) Пока подается питание, SRAM будет помнить то, что сохранено. Почему же тогда мы не используем микросхемы SRAM для всей системной памяти? Ответ содержится в следующей таблице.

Тип	Быстродействие	Плотность	Стоимость
Динамическая оперативная память	Низкое	Высокая	Низкая
SRAM	Высокое	Низкая	Высокая

По сравнению с динамической оперативной памятью, память SRAM намного быстрее, но плотность ее намного ниже, а цена довольно высокая. Более низкая плотность означает, что микросхемы SRAM, имеют большие габариты, хотя их информационная емкость намного меньше. Большое число транзисторов и кластеризованное их размещение приводит не только к увеличению габаритов микросхем SRAM, но и значительному удорожанию технологического процесса, по сравнению с аналогичными параметрами для микросхем динамической оперативной памяти. Например, емкость модуля динамической оперативной памяти может равняться 64 Мбайт или больше, в то время как емкость модуля SRAM приблизительно того же самого размера равна только 2 Мбайт; стоить он будет столько же, сколько тот же самый модуль динамической оперативной памяти емкостью 64 Мбайт. Таким образом, габариты памяти SRAM в среднем в 30 раз больше, и во столько же раз эта память дороже динамической оперативной памяти. Высокая стоимость и большие габариты не позволяют использовать память типа SRAM в качестве оперативной памяти в персональных компьютерах.

Даже при том, что память типа SRAM слишком дорога для использования в качестве оперативной памяти в персональных компьютерах, разработчики все-таки применяют ее с целью, значительного повышения эффективности ПК. Но чтобы избежать значительного увеличения стоимости, устанавливают только небольшой объем высокоскоростной памяти SRAM, которая используется в качестве кэш-памяти. Кэш-память работает на тактовых частотах, близких или даже равных тактовым частотам процессора, причем обычно именно эта память непосредственно используется процессором при чтении и записи. Во время операций чтения данные в высокоскоростную кэш-память предварительно записываются из оперативной памяти с низким быстродействием, т.е. из динамической оперативной памяти.

Еще недавно время доступа динамической оперативной памяти было не менее 60 нс (что соответствует тактовой частоте 16 МГц). Когда процессор персонального компьютера работал на тактовой частоте 16 МГц и ниже, динамическая оперативная память могла быть синхронизирована с системной платой и процессором, поэтому кэш был не нужен. Однако, как только тактовая частота процессора поднялась выше 16 МГц, больше нельзя было синхронизировать динамическую оперативную память с процессором, и именно тогда разработчики начали использовать SRAM в персональных компьютерах. Это произошло в 1986 и 1987 годах, когда появились ПК с процессором 386, работающим на частотах 16 и 20 МГц. Именно в этих персональных компьютерах впервые нашло применение то, что мы называем кэш-памятью, т.е. высокоскоростной буфер, построенный на микросхемах SRAM, который непосредственно обменивается данными с процессором. Так как быстродействие кэша может быть сравнимо с быстродействием процессора, контроллер кэша может предугадывать потребности процессора в данных, и предварительно загружать необходимые данные в высокоскоростную кэш-память. Тогда при выдаче процессором адреса памяти, данные могут быть переданы из высокоскоростного кэша, а не из оперативной памяти, у которой быстродействие намного ниже.

Эффективность кэша выражается *коэффициентом совпадения*, или *коэффициентом успеха*. Коэффициент совпадения равен отношению количества удачных обращений в кэш к общему количеству обращений. Попадание — это событие, состоящее в том, что данные, которые необходимы процессору, предварительно считаны в кэш из оперативной памяти; иначе говоря, в случае попадания процессор может считывать данные из кэша. Неудачное обращение в кэш — это такое обращение, при котором контроллер кэша не предусмотрел потребности в данных, находящихся по указанному абсолютному адресу. В таком случае необходимые данные не были предварительно считаны в кэш, поэтому процессор должен отыскать их в более медленной оперативной памяти, а не в более быстродействующем кэше. Когда процессор считывает данные их оперативной памяти, он должен будет какое-то время "ждать", поскольку тактовая частота оперативной памяти значительно ниже, чем процессора. Если процессор работает на частоте 233 МГц, то продолжительность его цикла примерно равна 4 нс, в то время как продолжительность цикла оперативной памяти может быть равной 60 нс, что соответствует тактовой частоте 16 МГц. Таким образом, каждый раз, когда процессор считывает данные из оперативной памяти, его работа замедляется. Это замедление настолько ощутимо, что кажется, будто он работает на тактовой частоте 16 МГц! Замедление обусловлено необходимостью в состояниях ожидания. Если процессор находится в состоянии ожидания, то на протяжении всего цикла (такта), никакие операции не выполняются; процессор, по существу, ждет, пока необходимые данные поступят из более медленной оперативной памяти. Поэтому именно кэш позволяет сократить количество состояний и увеличить быстродействие компьютера в целом.

Чтобы минимизировать время ожидания при считывании процессором данных из медленной оперативной памяти, в современных персональных компьютерах обычно предусмотрены два кэша: *кэш уровня 1* (L1) и *кэш уровня 2* (L2). Кэш первого уровня также называется *встроенным*, или *внутренним кэшем*, — он непосредственно встроен в процессор, и фактически является частью микросхемы процессора.

В компьютерах 486SX, SL и DX содержится контроллер кэша и 8 Кбайт памяти внутреннего кэша на процессоре, что делает их намного производительнее более ранних компьютеров. Процессор 486SLC имеет внутренний кэш емкостью 1 Кбайт, а процессор Pentium — два внутренних кэша по 8 Кбайт: один — для инструкций (кода), другой — для данных. В процессорах 486DX4 содержится внутренний кэш емкостью 16 Кбайт. Компьютеры с процессорами 386SX и DX должны использовать контроллер внешнего кэша (в этих компьютерах нет внутреннего кэша). В 386SL имеется встроенный контроллер кэша, а в разработанном фирмой IBM процессоре 386SLC — почти такой же контроллер кэша и внутренний кэш емкостью 8 Кбайт, как и у процессоров 486.

Кэш второго уровня называется *вторичным*, или *внешним* — он устанавливается вне микросхемы процессора. Первоначально он устанавливался на системной плате. (Так было во всех компьютерах на основе процессоров 386, 486 и Pentium.) Если кэш второго уровня установлен на системной плате, то он работает на частоте системной платы. В этом случае кэш второго уровня обычно находится рядом с разъемом процессора.

С целью повышения эффективности в более поздних компьютерах на основе процессоров фирмы Intel, в том числе в Pentium Pro и Pentium II, кэш второго уровня является частью процессора. Конечно же, он внешний по отношению к матрице центрального процессора, просто эта отдельная микросхема устанавливается внутри корпуса (картриджа) процессора. Поэтому на системных платах для процессоров Pentium Pro или Pentium II нет никакого кэша.

Место кэша и оперативной памяти в архитектуре системы на основе набора микросхем системной логики Intel 430TX и процессора Pentium MMX показано на рис. 5.4.

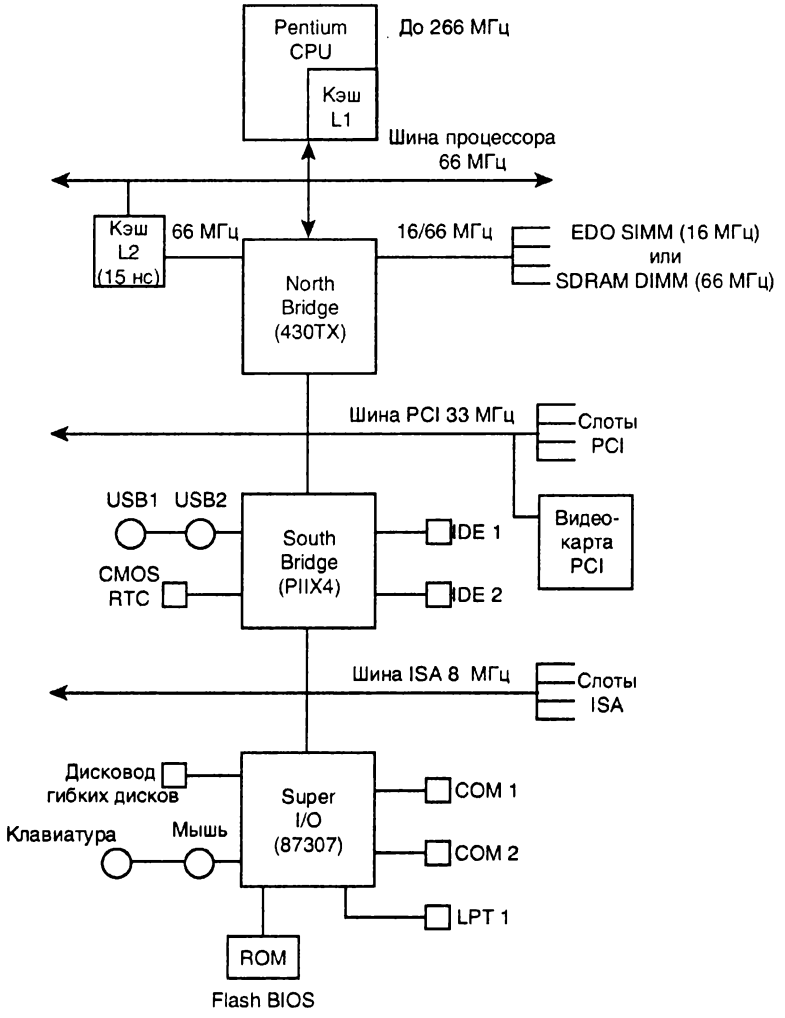


Рис. 5.4. Структурная схема ПК на основе Pentium MMX и набора микросхем системной логики Intel 430TX

В табл. 5.3 приведены параметры кэша уровня 1 (внутреннего) и кэша уровня 2 (внешнего) в современных компьютерах.

Таблица 5.3. Параметры кэша уровня 1 (внутреннего) и кэша уровня 2 (внешнего) в современных компьютерах

Тип центрального процессора	486 DX4	Pentium	Pentium Pro	Pentium II (1997)	Pentium II (1998)
Типичная тактовая частота центрального процессора, МГц	100 МГц	233 МГц	200 МГц	300 МГц	400 МГц

Окончание табл. 5.3

Тип центрального процессора	486 DX4	Pentium	Pentium Pro	Pentium II (1997)	Pentium II (1998)
Быстродействие кэша первого уровня:	10 нс (100 МГц)	4 нс (233 МГц)	5 нс (200 МГц)	3 нс (300 МГц)	2 нс (400 МГц)
Быстродействие кэша второго уровня	30 нс (33 МГц)	15 нс (66 МГц)	5 нс (200 МГц)	6 нс (150 МГц)	5 нс (200 МГц)
Быстродействие системной платы	33 МГц	66 МГц	66 МГц	66 МГц	100 МГц
Быстродействие SIMM/DIMM	60 нс (16 МГц)	60 нс (16 МГц)	60 нс (16 МГц)	15 нс (66 МГц)	10 нс (100 МГц)

Первоначально кэши проектировались как асинхронные, т.е. они не были синхронизированы с шиной процессора и могли работать на другой тактовой частоте. При внедрении набора микросхем системной логики 430FX в начале 1995 года был разработан новый тип синхронного кэша. Такой кэш работает синхронно с шиной процессора, что повышает его быстродействие и эффективность. В то же самое время был добавлен режим Pipeline Burst mode (Конвейерный монопольный режим). Этот режим позволил сократить время ожидания за счет уменьшения количества состояний ожидания после первой передачи данных. Использование одного из этих режимов подразумевает наличие другого. Оба этих режима позволяют повысить эффективность ПК на 20 %.

Контроллер кэша для современной системы содержится или в микросхеме North Bridge набора микросхем системной логики в ПК на основе Pentium и более простых, или на плате процессора, как в случае с Pentium Pro, Pentium II и более новыми системами. Возможности контроллера кэша предопределяют эффективность и возможности кэша. Важная особенность состоит в том, что большинство контроллеров кэша имеет ограничение на объем кэшируемой памяти. Часто этот предел может быть очень низок, как в случае набора микросхем системной логики 430TX для компьютеров на основе Pentium. Набор микросхем системной логики 430TX может кэшировать данные только в пределах первых 64 Мбайт оперативной памяти системы. Если установлен больший объем памяти, работа ПК значительно замедляется, потому что все данные вне первых 64 Мбайт никогда не попадут в кэш, и при обращении к ним будут всегда необходимы все состояния ожидания, определяемые более медленной динамической оперативной памятью. Снижение эффективности зависит от программного обеспечения и от адресов, по которым хранятся данные в памяти. Например, 32-разрядные операционные системы типа Windows 95/98 и NT загружаются сверху вниз, так что если установлена оперативная память емкостью 96 Мбайт, то и операционная система, и прикладные программы будут загружаться прямо в верхние 32 Мбайта, которые не кэшируются. Это приведет к значительному замедлению работы ПК в целом. В данном случае можно удалить дополнительную память, чтобы уменьшить емкость до 64 Мбайт. Короче говоря, неблагоразумно устанавливать большую емкость памяти, чем позволяет кэшировать набор микросхем системной логики.

Как правило, чем больше объем кэш-памяти, тем выше производительность. Большой объем кэш-памяти второго уровня, однако, сам по себе еще не гарантирует высокой производительности. В действительности производительность зависит от эффективности контроллера кэша и конструктивных особенностей системы — интегрированный в процессор кэш может оказаться намного полезнее внешнего кэша. Например, добавление 256 Кбайт памяти в кэш второго уровня в модель PS/2 90 или 95 с процессором 486DX ненамного повысит про-

изводительность. Увеличение производительности будет значительно более ощутимым, если добавить 8 Кбайт в кэш-память первого уровня, встроенную в микросхему процессора 486, поскольку внутренний кэш первого уровня значительно эффективнее внешнего кэша второго уровня. Кроме того, увеличение емкости кэш-памяти не приводит к пропорциональному повышению производительности. Очень часто оптимальная производительность достигается при добавлении в компьютер среднего объема кэша второго уровня, который можно установить. В зависимости от ваших потребностей и финансовых возможностей в ПК можно установить 256 или 512 Кбайт кэша второго уровня.

Для достижения максимальной производительности и надежности системы на системную плату рекомендуется устанавливать модули памяти с номинальным временем доступа, соответствующим указанному производителем. Более быстродействующая память, вероятно, будет работать в системе, но это никоим образом не повысит производительность и, следовательно, станет пустой тратой денег.

Минимальное время доступа микросхем памяти на системной плате определенной системы указано в ее техническом описании. Если вы используете IBM-совместимый компьютер без документации, обратитесь к документации других подобных компьютеров. Однако из-за разнообразия продаваемых на рынке компьютеров, лучше все-таки приобрести технические описание у производителя.

Физическая память

Объем физической памяти компьютера зависит от типа используемого процессора и архитектуры системной платы. Для процессоров 8086 и 8088 с двадцатью линиями адреса объем памяти ограничен 1 Мбайт (1024 Кбайт). У микропроцессоров 286 и 386SX есть 24 линии адреса, и они могут адресовать до 16 Мбайт памяти. Наконец, у процессоров 386DX, 486, Pentium и Pentium MMX имеется 32 линии адреса, и они могут взаимодействовать с памятью объемом до 4 Гбайт. Процессор Pentium II имеет 36 линий адреса и в состоянии обрабатывать 64 Гбайт!

Режим эмуляции процессора 8088 микропроцессорами 286 и выше называется *реальным режимом* работы системы. Это единственно возможный режим процессоров 8088 и 8086 в компьютерах PC и XT. В реальном режиме все процессоры, даже всемогущий Pentium, могут адресовать только 1 Мбайт памяти, из которых 384 Кбайт зарезервировано для системных нужд. Полностью возможности адресации памяти процессоров 286 и последующих могут быть реализованы только в защищенном режиме.

Как уже говорилось, процессор Pentium II может адресовать до 64 Гбайт памяти. Если у вас когда-нибудь возникнет идея нарастить память до этой величины, то имейте в виду, что при нынешней небольшой стоимости быстродействующих микросхем, такой объем памяти вам обойдется в довольно кругленькую сумму (примерно 100 000 долларов)! Продавец, конечно, сделает вам скидку, когда узнает, что вы собираетесь приобрести модули памяти на 64 Гбайт. Даже если вам и удастся их купить, то учтите, что самые емкие на сегодняшний день 168-контактные модули DIMM имеют емкость 256 Мбайт. На большинстве системных плат с процессором Pentium предусмотрено от четырех до восьми гнезд для модулей SIMM или от трех до шести для DIMM. Это означает, что общий объем памяти при заполнении *всех* гнезд будет не больше 1,5 Гбайт. К тому же следует учесть ограничения, накладываемые чипсетом. Например, в большинство ПК на основе Pentium II можно установить память емкостью не более 1 Гбайт.

Во многих компьютерах доступ к микросхемам памяти, расположенным непосредственно на системной плате, осуществляется быстрее, чем к микросхемам, которые установлены в слоты расширения. Даже если не принимать во внимание это обстоятельство, размещение микросхем памяти на системной плате, по крайней мере, позволяет освободить слоты для других целей. В компьютерах, в которых не предусмотрены специальные разъемы для рас-

ширения памяти, дополнительные платы памяти приходится устанавливать в стандартные 16-разрядные слоты, что существенно снижает производительность системы.

При использовании некоторых системных плат с процессорами 386 и 486 возникают сложности при адресации памяти выше 16 Мбайт, связанные с контроллером прямого доступа к памяти (ПДП). Если в слот шины ISA установлен адаптер, который использует канал ПДП (DMA), то при установке памяти объемом более 16 Мбайт могут возникнуть проблемы, поскольку архитектура шины ISA позволяет организовать канал ПДП только в пределах первых 16 Мбайт. Попытка передать данные в область выше 16 Мбайт приведет к нарушению работы компьютера.

Модули SIMM и DIMM

В большинстве современных компьютеров вместо отдельных микросхем памяти используются модули SIMM или DIMM, представляющие собой небольшие платы, которые устанавливаются в специальные разъемы на системной плате или плате памяти. Отдельные микросхемы так припаяны к плате модуля SIMM или DIMM, что выпаять и заменить их практически невозможно. При появлении неисправности приходится заменять весь модуль. По существу, модуль SIMM или DIMM можно считать одной большой микросхемой.

В IBM-совместимых компьютерах применяются, в основном, два типа модулей SIMM: 30-контактные (9 разрядов) и 72-контактные (36 разрядов). Первые из них меньше по размерам. Микросхемы в модулях SIMM могут устанавливаться как на одной, так и на обеих сторонах платы. Использование 30-контактных модулей неэффективно, поскольку для заполнения одного банка памяти новых 64-разрядных систем требуется *восемь* таких модулей. Поэтому в новых системах с процессорами Pentium MMX и Pentium Pro используются 168-контактные модули DIMM (64-разрядные без битов четности или 72-разрядные с битами четности).

На рис. 5.5, 5.6 и 5.7 показаны типичные 30-контактные (9-разрядные), 72-контактные (36-разрядные) модули SIMM, а также 168-контактные модули DIMM. Контакты нумеруются слева направо и располагаются с обеих сторон платы модуля. Размеры на рисунках проставлены как в дюймах, так и в миллиметрах (в скобках).

Одиночный модуль памяти с выводами называют модулем SIPP, хотя в действительности это SIMM с выводами вместо контактов. Выводы предусмотрены специально для того, чтобы модуль можно было установить в длинный разъем, который намного дешевле стандартного разъема SIMM. Разъем для SIPP хуже, чем для SIMM, поскольку он не позволяет прижать модуль к контактам так, чтобы предотвратить окисление. Сегодня модули SIPP используются редко.

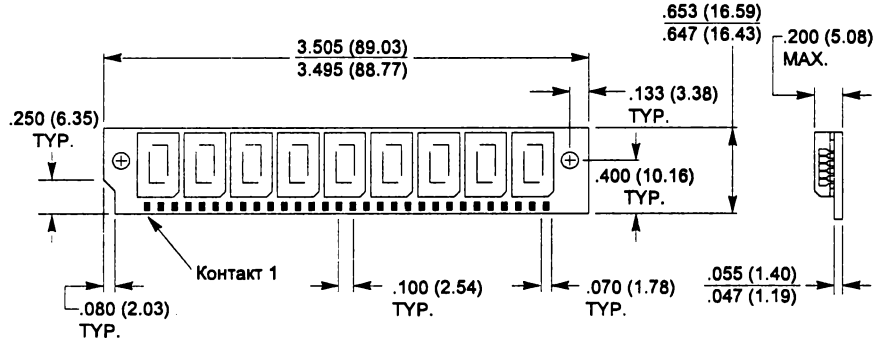


Рис. 5.5. Обычный 30-контактный (9-разрядный) модуль SIMM

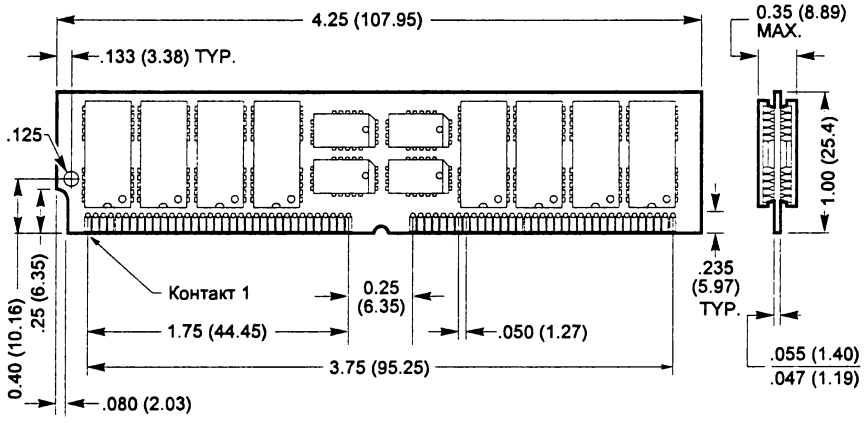


Рис. 5.6. Обычный 72-контактный (36-разрядный) модуль SIMM

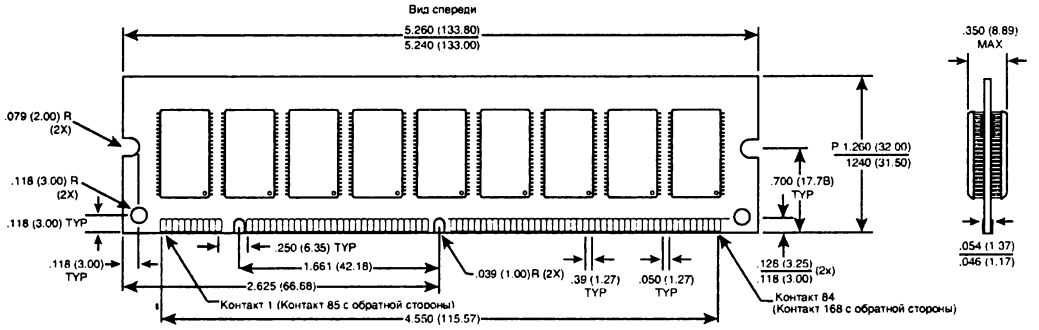


Рис. 5.7. Обычный 168-контактный (72-разрядный) модуль DIMM

Замечание

В принципе, можно было бы превратить модуль SIPP в SIMM, обрезав штыревые контакты, а модуль SIMM — в SIPP, припаяв их. Некоторые компании выпускают специальные адаптеры, позволяющие использовать SIPP в качестве 30-контактных SIMM.

Учитывая емкость модулей SIMM, можно сказать, что сделаны они весьма компактно. Емкости модулей могут быть различными. В табл. 5.4 приведены емкости 30- и 72-контактных модулей SIMM, а также 168-контактных модулей DIMM.

Таблица 5.4. Емкость модулей SIMM и DIMM

Емкость	Модули с контролем четности	Модули без контроля четности
30-контактные модули SIMM		
256 Кбайт	256 Кбайтх9	256 Кбайтх8
1 Мбайт	1 Мбайтх9	1 Мбайтх8
4 Мбайт	4 Мбайтх9	4 Мбайтх8

Окончание табл. 5.4

Емкость	Модули с контролем четности	Модули без контроля четности
16 Мбайт	16 Мбайтх9	16 Мбайтх8
72-контактные модули SIMM		
1 Мбайт	256 Кбайтх36	256 Кбайтх32
2 Мбайт	512 Кбайтх36	512 Кбайтх32
4 Мбайт	1 Мбайтх36	1 Мбайтх32
8 Мбайт	2 Мбайтх36	2 Мбайтх32
16 Мбайт	4 Мбайтх36	4 Мбайтх32
32 Мбайт	8 Мбайтх36	8 Мбайтх32
64 Мбайт	16 Мбайтх36	16 Мбайтх32
128 Мбайт	32 Мбайтх36	32 Мбайтх32
168-контактные модули DIMM		
8 Мбайт	1 Мбайтх72	1 Мбайтх64
16 Мбайт	2 Мбайтх72	2 Мбайтх64
32 Мбайт	4 Мбайтх72	4 Мбайтх64
64 Мбайт	8 Мбайтх72	8 Мбайтх64
128 Мбайт	16 Мбайтх72	16 Мбайтх64
256 Мбайт	32 Мбайтх72	32 Мбайтх64

Модули каждого типа и емкости могут иметь различное быстродействие. Для микросхем динамической памяти (DRAM), устанавливаемых в модулях SIMM, оно варьируется от 50 до 120 нс. В первых компьютерах использовались модули с временем доступа 120 нс. Довольно быстро они были вытеснены более совершенными модулями (с временем доступа 100 нс и меньше). Сейчас чаще всего можно встретить модули SIMM с временем доступа 70 и 60 нс. Время доступа для микросхем DIMM варьирует от 10 до 60 нс. Можно отыскать модули как с менее, так и с более высоким быстродействием, но используются они реже и найти их труднее. Если вам нужны модули с конкретным быстродействием, используйте более быстродействующие. В одном компьютере можно устанавливать модули SIMM с различным быстродействием, если оно, конечно, не ниже минимально необходимого. Поскольку стоимость модулей с высоким быстродействием выше ненамного, лучше установить более быстродействующие модули SIMM, чем необходимо для вашего компьютера. Они могут пригодиться в будущем для более мощного компьютера.

Замечание

Большинство модулей DIMM являются памятью типа SDRAM. Это означает, что они передают данные в очень высокоскоростных пакетах, используя синхронизированный интерфейс. Память SDRAM поддерживает тактовую частоту шины до 100 МГц и выше.

Некоторые различия между 30-контактными модулями могут сказаться на их работе (если модули вообще смогут работать). Во-первых, существует два варианта разводки выводов модулей. В большинстве компьютеров применяются модули SIMM общего назначения, являющиеся промышленным стандартом. Однако в старых компьютерах фирмы IBM, начиная с XT-286 (1986 года) и заканчивая PS/2 моделей 25, 30, 50 и 60, применялись модули SIMM с несколько иной разводкой (на пяти контактах отличаются сигналы). Они назывались модулями типа IBM. В принципе, модуль общего назначения можно модифицировать в модуль типа IBM и наоборот, но проще все же найти подходящий.

Другое различие связано с количеством микросхем в модуле. Сам модуль SIMM функционирует как одна 9-разрядная (с контролем четности) микросхема памяти и, как правило, не важно, из скольких частей она составлена. В старых модулях SIMM устанавливалось девять одноразрядных микросхем, а в новых — две 4-разрядные микросхемы и одна одноразрядная микросхема для битов четности (всего — три). Скорее всего, для работы с такими модулями придется настроить схему регенерации памяти, но это можно сделать не на всех старых системных платах. В большинстве новых системных плат небольшое различие в частоте регенерации для модулей с тремя и девятью микросхемами корректируется автоматически, и в такой ситуации предпочтение следует отдать модулям SIMM с тремя микросхемами. Они надежнее, потребляют меньшую мощность и, как правило, дешевле. Что касается старых компьютеров, то одни из них могут работать с модулями SIMM на трех микросхемах, а другие — нет. К сожалению, проверить это можно только экспериментально. Чтобы не создавать себе новых проблем, устанавливайте во все старые компьютеры модули SIMM с девятью микросхемами.

Во всех 72-контактных модулях SIMM разводка выводов стандартная, и различаются они только емкостью и быстродействием. Количество микросхем в модуле не имеет значения. 72-контактные модули SIMM идеально подходят для 32-разрядных компьютеров, например с процессором 486, поскольку каждый из них представляет собой отдельный банк памяти (32 разряда данных и 4 разряда четности). Используя такие модули, можно наращивать или уменьшать объем памяти с шагом в один модуль (за исключением тех компьютеров, в которых для сокращения состояний ожидания память строится по схеме с чередованием).

В 64-разрядных системах (с процессорами Pentium и выше) для заполнения одного банка памяти 72-контактные модули SIMM необходимо устанавливать парами.

Применять 30-контактные модули SIMM в 32-разрядных компьютерах неудобно, поскольку устанавливать и снимать их приходится группами по 4 (каждый банк памяти состоит из четырех модулей). Для заполнения одного банка памяти 64-разрядной системы потребовалось бы восемь 30-контактных модулей SIMM. В компьютерах с процессорами 386SX или 286 каждый банк состоит только из двух 30-контактных модулей SIMM, и использование их в этом случае вполне оправданно.

В некоторых компьютерах с процессором 486, например в PS/2 моделей 90 и 95, для сокращения времени, затрачиваемого на состояния ожидания, используется память с расслоением. Количество используемых при этом 36-разрядных модулей SIMM должно быть четным, так как система поочередно обращается к двум группам модулей.

Замечание

Банк — это минимальный объем памяти, которым может оперировать процессор при каждом обращении к ней; обычно разрядность банка равна разрядности шины данных процессора. При построении памяти с расслоением разрядность виртуального банка может вдвое превысить разрядность шины данных процессора.

Не всегда бывает так, что после установки в компьютер модуля SIMM большей емкости он нормально работает. Например, в IBM PS/2 моделей 70-Axx и Bxx можно использовать 72-контактные модули SIMM емкостью 1 или 2 Мбайт с временем доступа не более 80 нс. Хотя и существуют модули емкостью 4 Мбайт, в этих компьютерах они работать не будут. В компьютерах PS/2 моделей 55 SX и 65 SX можно применять 72-контактные модули SIMM емкостью 1, 2 и 4 Мбайт. Модули большой емкости можно использовать только в том случае, если на них рассчитана системная плата. Допустимую емкость и необходимое быстродействие модулей SIMM можно выяснить в документации к компьютеру.

Модули SIMM были разработаны отчасти и для того, чтобы избежать смещения микросхем, установленных в гнездах. При включении и выключении компьютера из-за чередующихся процессов теплового расширения и сжатия микросхема памяти постепенно смещается в гнезде. В конце концов это приводит к нарушению контактов между выводами микросхемы и гнездом и появлению ошибок памяти.

Конечно, микросхемы можно было бы намертво впаять в печатную плату, но это может привести к другим осложнениям. Микросхемы памяти выходят из строя чаще других, а заменять припаянные к плате микросхемы весьма сложно.

Установка модуля SIMM или DIMM представляет собой нечто среднее между пайкой микросхем и их установкой в гнезда. Микросхемы в модуле SIMM/DIMM припаяны к плате, но сам модуль вставляется в разъем и его можно заменить.

Кроме того, модули SIMM/DIMM дополнительно крепятся к системной плате, поэтому тепловое расширение и сжатие не сказывается на надежности контактов. Однако при использовании модулей SIMM/DIMM возрастает стоимость ремонта, поскольку при неисправности одной микросхемы приходится заменять весь модуль, а не одну дефектную микросхему.

Во всех современных системах часто используются модули SIMM, а во многих применяются также модули DIMM. Даже Apple Macintosh использует SIMM и DIMM. Эти модули стали промышленным стандартом. Уже говорилось о том, что модули различаются расположением контактов, емкостью и временем доступа. Покупая новые модули, убедитесь, что они подходят для вашей системы.

Назначение выводов модулей SIMM

В табл. 5.5 и 5.6 приведена информация о назначении выводов для 30- и 72-контактных модулей SIMM. В табл. 5.7 представлены сведения о назначении так называемых *выводов идентификации* для 72-контактных модулей. По комбинации логических уровней на этих выводах системная плата определяет емкость и быстродействие установленных модулей SIMM. В стандартных 30-контактных модулях таких выводов нет, но в модулях IBM они имеются.

Таблица 5.5. Назначение выводов 30-контактных модулей SIMM (стандартных и типа IBM)

Контакт	Стандартный модуль SIMM	Модуль IBM
1	+5 В	+5 В
2	Column Address Strobe	Column Address Strobe
3	Данные, бит 0	Данные, бит 0
4	Адрес, бит 0	Адрес, бит 0
5	Адрес, бит 1	Адрес, бит 1
6	Данные, бит 1	Данные, бит 1
7	Адрес, бит 2	Адрес, бит 2

Окончание табл. 5.5

Контакт	Стандартный модуль SIMM	Модуль IBM
8	Адрес, бит 3	Адрес, бит 3
9	Общий	Общий
10	Данные, бит 2	Данные, бит 2
11	Адрес, бит 4	Адрес, бит 4
12	Адрес, бит 5	Адрес, бит 5
13	Данные, бит 3	Данные, бит 3
14	Адрес, бит 6	Адрес, бит 6
15	Адрес, бит 7	Адрес, бит 7
16	Данные, бит 4	Данные, бит 4
17	Адрес, бит 8	Адрес, бит 8
18	Адрес, бит 9	Адрес, бит 9
19	Адрес, бит 10	Row Address Strobe 1
20	Данные, бит 5	Данные, бит 5
21	Write Enable	Write Enable
22	Общий	Общий
23	Данные, бит 6	Данные, бит 6
24	Не подсоединен	Presence Detect (Общий)
25	Данные, бит 7	Данные, бит 7
26	Данные, бит 8 (Parity) Out	Presence Detect
27	Row Address Strobe	Row Address Strobe
28	Column Address Strobe Parity	Не подсоединен
29	Данные, бит 8 (Parity) In	Данные, бит 8 (Parity) I/O
30	+5 В	+5 В

Таблица 5.6. Назначение выводов 72-контактного модуля SIMM

Контакт	Сигнал модуля SIMM	Контакт	Сигнал модуля SIMM
1	Общий	37	Данные, бит четности 1
2	Данные, бит 0	38	Данные, бит четности 3
3	Данные, бит 16	39	Общий
4	Данные, бит 1	40	Column Address Strobe 0
5	Данные, бит 17	41	Column Address Strobe 2
6	Данные, бит 2	42	Column Address Strobe 3
7	Данные, бит 18	43	Column Address Strobe 1
8	Данные, бит 3	44	Row Address Strobe 0

Окончание табл. 5.6

Контакт	Сигнал модуля SIMM	Контакт	Сигнал модуля SIMM
9	Данные, бит 19	45	Row Address Strobe 1
10	+5 В	46	Block Select 1
11	Column Address Strobe Parity	47	Write Enable
12	Адрес, бит 0	48	Зарезервирован
13	Адрес, бит 1	49	Данные, бит 8
14	Адрес, бит 2	50	Данные, бит 24
15	Адрес, бит 3	51	Данные, бит 9
16	Адрес, бит 4	52	Данные, бит 25
17	Адрес, бит 5	53	Данные, бит 10
18	Адрес, бит 6	54	Данные, бит 26
19	Зарезервирован	55	Данные, бит 11
20	Данные, бит 4	56	Данные, бит 27
21	Данные, бит 20	57	Данные, бит 12
22	Данные, бит 5	58	Данные, бит 28
23	Данные, бит 21	59	+5 В
24	Данные, бит 6	60	Данные, бит 29
25	Данные, бит 22	61	Данные, бит 13
26	Данные, бит 7	62	Данные, бит 30
27	Данные, бит 23	63	Данные, бит 14
28	Адрес, бит 7	64	Данные, бит 31
29	Block Select 0	65	Данные, бит 15
30	+5 В	66	Block Select 2
31	Адрес, бит 8	67	Presence Detect Bit 0
32	Адрес, бит 9	68	Presence Detect Bit 1
33	Row Address Strobe 3	69	Presence Detect Bit 2
34	Row Address Strobe 2	70	Presence Detect Bit 3
35	Данные, бит четности 2	71	Block Select 3
36	Данные, бит четности 0	72	Общий

В 72-контактных модулях SIMM для идентификации типа контактов используется четыре или пять выводов. Каждый из них может быть либо заземлен, либо не подключен (свободен). По состоянию этих выводов системная плата определяет конкретные параметры установленного модуля. Это похоже на стандартный код, наносимый на фотопленку, который позволяет фотоаппарату самостоятельно определять ее чувствительность перед началом съемки.

В табл. 5.7 приведено назначение этих контактов, принятое Советом JEDEC для модулей SIMM с 72 штырьками. Совет JEDEC (Joint Electronic Devices Engineering Council) — это совет изготовителей и потребителей полупроводниковых устройств (в США), который устанавливает стандарты на габариты корпусов и другие стандарты для микросхемы.

К сожалению, в отличие от кинопроизводства, не все фирмы в компьютерной промышленности следуют установленному стандарту. Фирмы Compaq, IBM (главным образом в ПК PS/2) и Hewlett-Packard выработали свои стандарты; поэтому для многих из этих компьютеров требуются специальные микросхемы SIMM, которые являются, в основном, теми же самыми, что и стандартные микросхемы SIMM с 72 штырьками, но отличаются сигналами идентификации. В табл. 5.8 приведено назначение этих контактов, принятое фирмой IBM.

Таблица 5.7. Сигналы на идентификационных выводах 72-контактных модулей SIMM

Емкость, Мбайт	Время доступа, нс	Контакт 67	Контакт 68	Контакт 69	Контакт 70	Контакт 11
1	100	Общий	-		Общий	Общий
1	80	Общий	-	-	Общий	
1	70	Общий	-	Общий	-	-
1	60	Общий	-	-	-	-
2	100	-	Общий	Общий	Общий	-
2	80	-	Общий	-	Общий	-
2	70	-	Общий	Общий	-	-
2	60	-	Общий	-	-	-
4	100	Общий	Общий	Общий	Общий	-
4	80	Общий	Общий	-	Общий	-
4	70	Общий	Общий	Общий	-	-
4	60	Общий	Общий	-	-	-
8	100	-	-	Общий	Общий	-
8	80	-	-	-	Общий	-
8	70	-	-	Общий	-	-
8	60	-	-	-	-	-
16	80	Общий	-	-	Общий	Общий
16	70	Общий	-	Общий	-	Общий
16	60	Общий	-	-	-	Общий
16	50	Общий	-	Общий	Общий	Общий
32	80	-	Общий	-	Общий	Общий
32	70	-	Общий	Общий	-	Общий
32	60	-	Общий	-	-	Общий
32	50	-	Общий	Общий	Общий	Общий

Таблица 5.8. Сигналы на идентификационных выводах 72-контактных модулей SIMM

Вывод 70	Вывод 69	Вывод 68	Вывод 67	Тип модуля	Шифр изделия (IBM)
Не соединен	Не соединен	Не соединен	Не соединен	Неисправный модуль	—
Не соединен	Не соединен	Не соединен	Общий	1 Мбайт, 120 нс	—
Не соединен	Не соединен	Общий	Не соединен	2 Мбайт, 120 нс	—
Не соединен	Не соединен	Общий	Общий	2 Мбайт, 70 нс	92F0102
Не соединен	Общий	Не соединен	Не соединен	8 Мбайт, 70 нс	64F3606
Не соединен	Общий	Не соединен	Общий	Зарезервирован	—
Не соединен	Общий	Общий	Не соединен	2 Мбайт, 80 нс	92F0103
Не соединен	Общий	Общий	Общий	8 Мбайт, 80 нс	64F3607
Общий	Не соединен	Не соединен	Не соединен	Зарезервирован	—
Общий	Не соединен	Не соединен	Общий	1 Мбайт, 85 нс	90X8624
Общий	Не соединен	Общий	Не соединен	2 Мбайт, 85 нс	92F0104
Общий	Не соединен	Общий	Общий	4 Мбайт, 70 нс	92F0105
Общий	Общий	Не соединен	Не соединен	4 Мбайт, 85 нс	79F1003* L40-SX
Общий	Общий	Не соединен	Общий	1 Мбайт, 100 нс	—
Общий	Общий	Не соединен	Общий	8 Мбайт, 80 нс	79F1004* L40-SX
Общий	Общий	Общий	Не соединен	2 Мбайт, 100 нс	—
Общий	Общий	Общий	Общий	4 Мбайт, 80 нс	87F9980
Общий	Общий	Общий	Общий	2 Мбайт, 85 нс	79F1003* L40-SX

* *Плата с прямоугольным вырезом.*

В табл. 5.9 приведено назначение контактов модулей DIMM с 168 штырьками.

Таблица 5.9. Сигналы на идентификационных выводах 168-контактных модулей DIMM

Контакт	Без проверки четности (x64)	С проверкой четности или с кодами с исправлением ошибок (x72)	Контакт	Без проверки четности (x64)	С проверкой четности или с кодами с исправлением ошибок (x72)
1	Общий	Общий	85	Общий	Общий
2	Бит данных 0	Бит данных 0	86	Бит данных 32	Бит данных 32
3	Бит данных 1	Бит данных 1	87	Бит данных 33	Бит данных 33
4	Бит данных 2	Бит данных 2	88	Бит данных 34	Бит данных 34
5	Бит данных 3	Бит данных 3	89	Бит данных 35	Бит данных 35
6	+ 5 В	+ 5 В	90	+ 5 В	+ 5 В
7	Бит данных 4	Бит данных 4	91	Бит данных 36	Бит данных 36
8	Бит данных 5	Бит данных 5	92	Бит данных 37	Бит данных 37
9	Бит данных 6	Бит данных 6	93	Бит данных 38	Бит данных 38
10	Бит данных 7	Бит данных 7	94	Бит данных 39	Бит данных 39
11	Бит данных 8	Бит данных 8	95	Бит данных 40	Бит данных 40
12	Общий	Общий	96	Общий	Общий
13	Бит данных 9	Бит данных 9	97	Бит данных 41	Бит данных 41
14	Бит данных 10	Бит данных 10	98	Бит данных 42	Бит данных 42
15	Бит данных 11	Бит данных 11	99	Бит данных 43	Бит данных 43
16	Бит данных 12	Бит данных 12	100	Бит данных 44	Бит данных 44
17	Бит данных 13	Бит данных 13	101	Бит данных 45	Бит данных 45
18	+ 5 В	+ 5 В	102	+ 5 В	+ 5 В
19	Бит данных 14	Бит данных 14	103	Бит данных 46	Бит данных 46
20	Бит данных 15	Бит данных 15	104	Бит данных 47	Бит данных 47
21	Не соединен	Контрольный бит 0	105	Не соединен	Контрольный бит 4
22	Не соединен	Контрольный бит 1	106	Не соединен	Контрольный бит 5
23	Общий	Общий	107	Общий	Общий
24	Не соединен	Не соединен	108	Не соединен	Не соединен
25	Не соединен	Не соединен	109	Не соединен	Не соединен
26	+ 5 В	+ 5 В	110	+ 5 В	+ 5 В
27	Write Enable	Write Enable	111	Column Address Strobe	Column Address Strobe
28	Byte Mask 0	Byte Mask 0	112	Byte Mask 4	Byte Mask 4
29	Byte Mask 1	Byte Mask 1	113	Byte Mask 5	Byte Mask 5

Продолжение табл. 5.9

Контакт	Без проверки четности (x64)	С проверкой четности или с кодами с исправлением ошибок (x72)	Контакт	Без проверки четности (x64)	С проверкой четности или с кодами с исправлением ошибок (x72)
30	S0	S0	114	S1	S1
31	Зарезервирован	Зарезервирован	115	Row Address Strobe	Row Address Strobe
32	Общий	Общий	116	Общий	Общий
33	Разряд адреса 0	Разряд адреса 0	117	Разряд адреса 1	Разряд адреса 1
34	Разряд адреса 2	Разряд адреса 2	118	Разряд адреса 3	Разряд адреса 3
35	Разряд адреса 4	Разряд адреса 4	119	Разряд адреса 5	Разряд адреса 5
36	Разряд адреса 6	Разряд адреса 6	120	Разряд адреса 7	Разряд адреса 7
37	Разряд адреса 8	Разряд адреса 8	121	Разряд адреса 9	Разряд адреса 9
38	Разряд адреса 10	Разряд адреса 10	122	Bank Address 0	Bank Address 0
39	Bank Address 1	Bank Address 1	123	Разряд адреса 11	Разряд адреса 11
40	+ 5 В	+ 5 В	124	+ 5 В	+ 5 В
41	+ 5 В	+ 5 В	125	Clock 1	Clock 1
42	Clock 0	Clock 0	126	Разряд адреса 12	Разряд адреса 12
43	Общий	Общий	127	Общий	Общий
44	Зарезервирован	Зарезервирован	128	Clock Enable 0	Clock Enable 0
45	S2	S2	129	S3	S3
46	Byte Mask 2	Byte Mask 2	130	Byte Mask 6	Byte Mask 6
47	Byte Mask 3	Byte Mask 3	131	Byte Mask 7	Byte Mask 7
48	Зарезервирован	Зарезервирован	132	Разряд адреса 13	Разряд адреса 13
49	+ 5 В	+ 5 В	133	+ 5 В	+ 5 В
50	Не соединен	Не соединен	134	Не соединен	Не соединен
51	Не соединен	Не соединен	135	Не соединен	Не соединен
52	Не соединен	Контрольный бит 2	136	Не соединен	Контрольный бит 6
53	Не соединен	Контрольный бит 3	137	Не соединен	Контрольный бит 7

Окончание табл. 5.9

Контакт	Без проверки четности (x64)	С проверкой четности или с кодами с исправлением ошибок (x72)	Контакт	Без проверки четности (x64)	С проверкой четности или с кодами с исправлением ошибок (x72)
54	Общий	Общий	138	Общий	Общий
55	Бит данных 16	Бит данных 16	139	Бит данных 48	Бит данных 48
56	Бит данных 1 7	Бит данных 1 7	140	Бит данных 49	Бит данных 49
57	Бит данных 18	Бит данных 18	141	Бит данных 50	Бит данных 50
58	Бит данных 19	Бит данных 19	142	Бит данных 51	Бит данных 51
59	+ 5 В	+ 5 В	143	+ 5 В	+ 5 В
60	Бит данных 20	Бит данных 20	144	Бит данных 52	Бит данных 52
61	Не соединен	Не соединен	145	Не соединен	Не соединен
62	Voltage Reference	Voltage Reference	146	Voltage Reference	Voltage Reference
63	Clock Enable 1	Clock Enable 1	147	Не соединен	Не соединен
64	Общий	Общий	148	Общий	Общий
65	Бит данных 21	Бит данных 21	149	Бит данных 53	Бит данных 53
66	Бит данных 22	Бит данных 22	150	Бит данных 54	Бит данных 54
67	Бит данных 23	Бит данных 23	151	Бит данных 55	Бит данных 55
68	Общий	Общий	152	Общий	Общий
69	Бит данных 24	Бит данных 24	153	Бит данных 56	Бит данных 56
70	Бит данных 25	Бит данных 25	154	Бит данных 5 7	Бит данных 5 7
71	Бит данных 26	Бит данных 26	155	Бит данных 58	Бит данных 58
72	Бит данных 27	Бит данных 27	156	Бит данных 59	Бит данных 59
73	+ 5 В	+ 5 В	157	+ 5 В	+ 5 В
74	Бит данных 28	Бит данных 28	158	Бит данных 60	Бит данных 60
75	Бит данных 29	Бит данных 29	159	Бит данных 61	Бит данных 61
76	Бит данных 30	Бит данных 30	160	Бит данных 62	Бит данных 62
77	Бит данных 31	Бит данных 31	161	Бит данных 63	Бит данных 63
78	Общий	Общий	162	Общий	Общий
79	Clock 2	Clock 2	163	Clock 3	Clock 3
80	Не соединен	Не соединен	164	Не соединен	Не соединен
81	Не соединен	Не соединен	165	Serial PD Address 0	Serial PD Address 0
82	Serial Data I/O	Serial Data I/O	166	Serial PD Address 1	Serial PD Address 1
83	Serial Clock Input	Serial Clock Input	167	Serial PD Address 2	Serial PD Address 2
84	+ 5 В	+ 5 В	168	+ 5 В	+ 5 В

В модуле DIMM используется метод определения наличия микросхем, называемый Serial Presence Detect (определение наличия методом последовательного поиска). Для реализации этого метода в модуле DIMM предусмотрена небольшая микросхема EEPROM (Электрически стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство) или даже микросхема флэш-памяти, которая содержит описание DIMM в специальном формате. Эти последовательно поступающие данные могут читаться через штырьки, предназначенные для последовательной выдачи данных на DIMM, и позволяют системной плате автоматически выбирать конфигурацию, в точности соответствующую типу установленного модуля DIMM.

Конструкция и организация микросхем и модулей памяти

Микросхемы памяти (RAM) можно установить на системную плату несколькими способами. В старых компьютерах использовались отдельные ИС в корпусах с двухсторонним расположением выводов типа DIP, которые вставлялись в гнезда или впаивались в плату. В большинстве современных компьютеров используются модули SIMM. Эти модули представляют собой небольшие платы с несколькими микросхемами, устанавливаемыми в соответствующие гнезда. Модули с односторонним расположением штыревых выводов *SIPP* аналогичны модулям SIMM, но в них вместо печатных используются штыревые разъемы.

Многие современные системы на базе процессоров Pentium используют 168-контактные *DIMM*. Этот тип микросхем наилучшим образом соответствует 64-разрядным системам.

В системных платах используется несколько типов ИС памяти. Большинство из них одноразрядные, но емкость их различна. Ниже перечислены возможные варианты микросхем памяти в зависимости от их емкости.

Микросхема памяти	Описание
16 Кбайт×1	Устанавливались на системной плате типа 1 первого IBM PC
64 Кбайт×1	Устанавливались на системной плате типа 2 стандартного компьютера IBM PC и на системных платах типов 1 и 2 компьютера XT. Использовались во многих дополнительных платах-адаптеров (например, в плате AST)
128 Кбайт×1	Устанавливались на системной плате типа 1 компьютера IBM AT и часто представляли собой странную конструкцию из двух ИС по 64 Кбайт (одна из них была приклеена к другой, и обе они впаивались в плату). Однокристальные микросхемы применялись также в компьютере IBM XT-286 для хранения битов четности
256 Кбайт×1 (или 64 Кбайт×4)	Некоторое время широко применялись в системных платах и платах памяти. Устанавливались на системных платах типа 2 компьютеров IBM XT и IBM AT, а также во многих совместимых компьютерах
1 Мбайт×1 (или 256 Кбайт×4)	Использовались в модулях SIMM на 256 Кбайт–8 Мбайт
4 Мбайт×1 (или 1 Мбайт×4)	Используются в SIMM емкостью 4–16 Мбайт. Обычно входят в состав модулей SIMM на 4 или 8 Мбайт и отдельно не продаются
16 Мбайт×1 (или 4 Мбайт×4)	Зачастую используются в SIMM емкостью 16–32 Мбайт
64 Мбайт×1 (или 16 Мбайт×4)	Применяются в модулях памяти емкостью более 16 Мбайт, как правило, в портативных компьютерах
256 Мбайт×1 (или 64 Мбайт×4)	Появились на рынке недавно. Модули SIMM, построенные на основе таких ИС, могут иметь емкость свыше 128 Мбайт! Поскольку стоимость этих микросхем очень высока и пока они малодоступны, встретить их можно только в самых дорогих компьютерах

Первое число в названии типа микросхемы означает емкость, а второе — разрядность микросхемы. Для построения "байтовой" памяти с битом четности понадобится 9 одноразрядных микросхем.

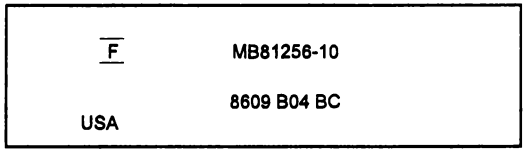


Рис. 5.8. Маркировка типичной микросхемы памяти старого образца

Маркировка типичной микросхемы памяти старого образца показана на рис. 5.8.

Каждый символ на корпусе микросхемы имеет свое значение: `-10` — это быстродействие микросхемы, выраженное в десятках наносекунд; `MB81256` — тип микросхемы, в которой обычно зашифрована ее емкость; `1256` обозначает одноразрядную (первая цифра) память объемом 256 Кбит. Для построения "байтовой" памяти с битом четности понадобится 9 таких микросхем. Еще один пример: маркировка `KM4164B-10` обозначает микросхему емкостью 64 Кбайт×1 с быстродействием 100 нс. В следующей таблице перечислены наиболее распространенные микросхемы памяти.

Тип микросхемы	Организация	Тип микросхемы	Организация
4164	64 Кбайт×1	41256	256 Кбайт×1
4464	64 Кбайт×4	44256	256 Кбайт×4
41128	128 Кбайт×1	41000	1 Мбайт×1
44128	128 Кбайт×4	44000	1 Мбайт×4

Используя ИС с разрядностью больше 1, можно уменьшить количество корпусов микросхем в банках памяти. Например, в компьютере IBM XT-286 (16-разрядном компьютере типа AT) банк последних 128 Кбайт памяти на системной плате построен на шести микросхемах: четыре объемом 64 Кбайт×4 и две микросхемы объемом 64 Кбайт×1 для хранения битов четности каждого байта.

На рис. 5.8 буква "F" является логотипом фирмы-производителя (Fujitsu Microelectronics). Число 8609 — дата выпуска (девятая неделя 1986 года); иногда дату проставляют и в общепринятом виде. Если вам необходимо расшифровать остальные обозначения, обратитесь в фирму-производитель или в торговую фирму, имеющую дело с такими микросхемами.

Микросхемы SIMM и DIMM также имеют номера, но их иногда трудно расшифровать. К сожалению, нет никакого промышленного стандарта на нумерацию этих модулей, и поэтому, чтобы расшифровать эти числа необходимо обратиться к изготовителям. На рис. 5.9 показана маркировка микросхемы SIMM фирмы Micron Technology (Crucial Technology).

Банки памяти

Расположенные на системной плате и платах памяти микросхемы памяти (DIP, SIMM, SIPP и DIMM) организуются в *банки памяти*. Важно представлять себе распределение памяти между банками и их расположение на плате, например, на тот случай, если вы соберетесь установить в свой компьютер дополнительную микросхему памяти.

Кроме того, диагностические программы выводят адреса байта и бита дефектной ячейки, по которым можно определить неисправный банк памяти.

Обычно разрядность банков равна разрядности шины данных процессора. Эти параметры для различных типов компьютеров приведены в табл. 5.10.

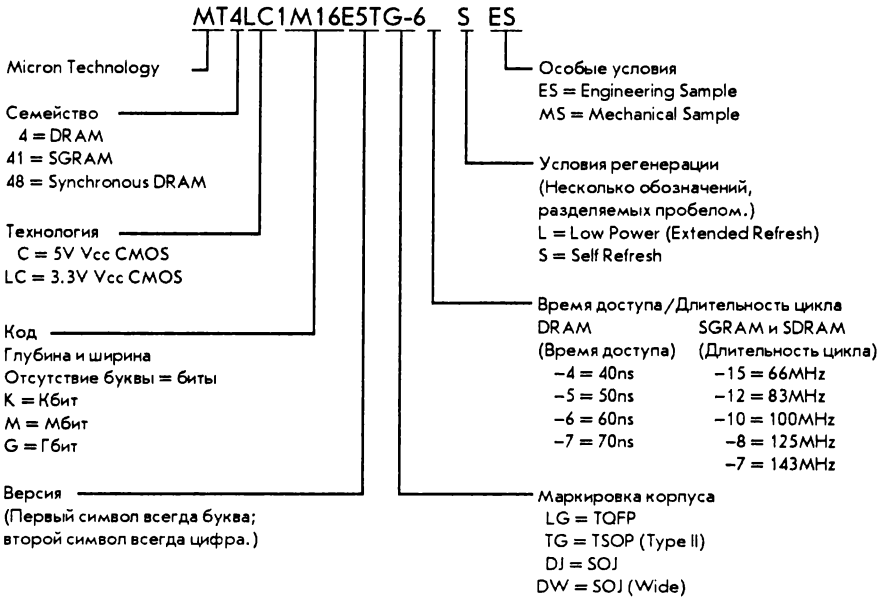


Рис. 5.9. Маркировка типичной микросхемы SIMM фирмы Micron Technology (Crucial Technology)

Таблица 5.10. Разрядности банков данных в различных системах

Процессор	Разрядность шины данных	Разрядность банка (без битов четности)	Разрядность банка (с битами четности)	Количество 30-контактных модулей SIMM на один банк	Количество 72-контактных модулей SIMM на один банк	Количество 168-контактных модулей SIMM на один банк
8088	8	8	9	1	1 (на 4 банка)	1 (на 8 банков)
8086	16	16	18	2	1 (на 2 банка)	1 (на 4 банка)
286	16	16	18	2	1 (на 2 банка)	1 (на 4 банка)
386SX, SL, SLC	16	16	18	2	1 (на 2 банка)	1 (на 4 банка)
386DX	32	32	36	4	1	1 (на 2 банка)
486SLC, SLC2	16	16	18	2	1 (на 2 банка)	1 (на 4 банка)
486SX, DX, DX2, DX4	32	32	36	4	1	1 (на 2 банка)
Pentium, MMX	64	64	72	8	2	1
Pentium Pro, II	64	64	72	8	2	1

Необходимую разрядность банка можно получить путем наращивания количества отдельных микросхем, модулей SIMM или DIMM. Например, в компьютере с процессором 286 (18-разрядный банк) можно создать банк памяти из 18 отдельных одноразрядных микросхем или четырех 4-разрядных ИС для данных и двух одноразрядных ИС для битов четности. В большинстве современных компьютеров вместо отдельных микросхем применяются модули SIMM. Если в компьютере используются 18-разрядные банки, то, скорее всего, каждый из них будет состоять из двух 30-контактных модулей SIMM. Все модули SIMM в одном банке должны быть *одного типа и разрядности*. Очевидно, что использовать 30-контактные модули SIMM в 32-разрядных компьютерах крайне неудобно, поскольку на каждый банк их нужно по четыре штуки! Кроме того, емкость таких модулей SIMM равна 1 или 4 Мбайт, поэтому емкость каждого банка должна равняться либо 4, либо 16 Мбайт без каких-либо промежуточных значений. Используя 30-контактные модули в 32-разрядных компьютерах, вы неизбежно ограничиваете себя в выборе возможных вариантов конфигурации памяти, поэтому лучше этого не делать. Если же в 32-разрядном компьютере использовать 72-контактные модули, то каждый из них будет представлять собой отдельный банк, и их можно будет устанавливать или удалять по одному, а не группами по четыре. Это значительно проще, и к тому же повышается гибкость системы.

Многие современные системы комплектуются 168-контактными модулями DIMM. Без контроля четности используется 64 бит, с контролем четности — 72 бит. Такие модули используются исключительно в системах на базе процессоров Pentium и выше, в которых один рассматриваемый модуль составляет один банк памяти.

В старых компьютерах применялись отдельные микросхемы. Например, на системных платах типа 2 компьютеров IBM PC и типа 1 компьютеров XT установлено четыре банка памяти, пронумерованных цифрами 0, 1, 2 и 3. Каждый банк состоит из девяти микросхем емкостью 64 Кбайт×1. Общее количество микросхем — 36. Их расположение показано на рис. 5.10.

Такое построение памяти использовалось во многих 8-разрядных системных платах, включая платы типов 1 и 2 как компьютеров класса PC, так и класса XT. В большинстве совместимых с ними компьютеров использовалась та же схема. Заметим, кстати, что микросхема битов четности — крайняя слева в каждом банке.

Рис. 5.10. Банки памяти на системных платах PC типа 2 и XT типа 1

Ориентация микросхем на системных платах или платах памяти бывает разной и зависит от разработчика. Это один из тех случаев, когда документация на системную плату или плату памяти вам очень пригодится. Можно, конечно, разобраться в расположении микросхем на плате и экспериментально, но на это уйдет гораздо больше времени, особенно если с системой не все в порядке.

Быстродействие памяти

Время доступа микросхем памяти колеблется от 10 до 200 нс. (Напомним, что *одна наносекунда* — это время, за которое свет преодолевает расстояние в 30 см.) При замене неисправного модуля или микросхемы памяти новый элемент должен быть такого же типа, а его время доступа должно быть равно времени доступа заменяемого модуля или меньше. Таким образом, заменяющий элемент может иметь и более высокое быстродействие.

Обычно проблемы возникают тогда, когда используются микросхемы или модули, не удовлетворяющие определенным (не слишком многочисленным) требованиям, например к длительности циклов регенерации. Вы можете также столкнуться с несоответствием в разводках выводов, емкости, разрядности или конструкции. Время выборки (доступа) всегда может быть меньше, чем это необходимо (т.е. элемент может иметь более высокое быстродействие), при условии, конечно, что все остальные требования соблюдены.

При установке более быстродействующих модулей памяти производительность компьютера, как правило, не повышается, поскольку система обращается к ней с прежней частотой. В компьютерах, в которых память работает на пределе своего быстродействия, замена модулей может повысить их надежность.

Чтобы акцентировать внимание на проблемах синхронизации и надежности, Intel создала стандарт для новых высокоскоростных модулей памяти, работающих на частоте 100 МГц. Этот стандарт, называемый PC/100, поддерживается в новых наборах микросхем системной логики. Данный стандарт устанавливает пределы синхронизации и время доступа для модулей ЗУ. Ведь при работе на частоте 100 МГц допустимые отклонения в синхронизации памяти не очень велики.

При неполадках в памяти и ее недостаточном быстродействии возникают одни и те же проблемы (обычно появляются ошибки четности или компьютер перестает работать). Сообщения об ошибках могут возникать и при выполнении процедуры POST.

Золото против олова

Многие пользователи не понимают значения электрических контактов модулей SIMM и DIMM в компьютере. Оба типа микросхем SIMM и DIMM могут иметь позолоченные или луженные гальваническим способом контакты. Поначалу я думал, что самыми надежными контактами микросхем SIMM или DIMM во всех случаях являются золотые, но это не так. Чтобы получить надежную систему, вы должны микросхемы SIMM или DIMM с позолоченными контактами устанавливать в позолоченные разъемы, а микросхемы SIMM или DIMM с луженными гальваническим способом контактами только в луженные гальваническим способом разъемы.

Если установить память с позолоченными контактами в оловянные разъемы, или наоборот, то через некоторое время могут возникнуть проблемы. В моих опытах это произошло через полгода или год после установки. Я сталкивался с этими проблемами несколько раз. Меня даже просили помочь в судебном деле: один заказчик купил несколько сотен компьютеров, в большинстве из которых отказы памяти начали проявляться приблизительно через год после приобретения. Причина была в том, что микросхемы SIMM с позолоченными контактами были установлены в оловянные разъемы. Поскольку продавец отказался заменять эти микросхемы SIMM микросхемами с луженными гальваническим способом контактами, заказчик подал иск в судебную инстанцию.

Большинство системных плат для процессоров Intel Pentium и 486, разработанных для микросхем SIMM с 72 штырьками, имеет луженные гальваническим способом разъемы, поэтому в них должны устанавливаться модули памяти с контактами также луженными гальваническим способом. Intel настоятельно рекомендует не смешивать различные металлы в разъемах памяти системы. Исследования показали, что происходит фреттинг-коррозия (коррозия при трении), когда олово входит в контакт с золотом или любым другим металлом. Фреттинг-коррозия происходит там, где окись олова соприкасается с золотой поверхностью, и, в конечном итоге, в этом месте сопротивление значительно увеличивается. Это происходит независимо от толщины золотого покрытия. Через какое-то время фреттинг-коррозия может настолько увеличить сопротивление в точке контакта, что это приведет к неустойчивой работе памяти.

Можно было бы думать, что олово — плохой проводник, поскольку оно легко окисляется. Но даже в этом случае электрический контакт между двумя оловянными поверхностями можно легко обеспечить, прижав их друг к другу. Дело в том, что оксиды при изгибании будут отслаиваться, и это гарантирует хороший контакт. Именно так и происходит, когда при установке микросхем SIMM или DIMM в месте контакта прикладывается значительное усилие.

Если в точке контакта соприкасаются олово и золото, то, поскольку одна из поверхностей жесткая, оксид не будет легко ломаться под давлением. Увеличенное контактное сопротивление в конечном счете и приведет к отказам памяти. Вывод: вы должны устанавливать микросхемы SIMM с золотыми контактами только в позолоченные разъемы, а микросхемы SIMM с оловянными контактами только в оловянные разъемы.

Производитель соединителей AMP издал несколько руководств, разработанных в подразделении Contact Physics Research Department, в которых обсуждается эта проблема. Среди них особенно интересны два: *Golden Rules: Guidelines for the Use of Gold on Connector Contacts* и *The Tin Commandments: Guidelines for the Use of Tin on Connector Contacts*. Оба могут быть загружены в формате .PDF с Web-сервера AMP по адресу: **http//www.ampincorporated.com/**. Вот выдержка из правила номер семь из руководства *The Tin Commandments*: "7. Совмещать луженные и позолоченные контакты не рекомендуется." За дальнейшими техническими подробностями вы можете обратиться в Intel или AMP.

Конечно, лучше всего устанавливать микросхемы SIMM или DIMM с позолоченными контактами в позолоченные разъемы на системной плате. В большинстве файл-серверов или других высоконадежных системах это правило практически всегда соблюдается. Фактически, в большинстве компьютеров, в которых предусмотрено использование микросхем SDRAM DIMM, установлены позолоченные разъемы, и поэтому для них необходимы микросхемы SDRAM DIMM с позолоченными контактами.

Если в разъемах для модулей памяти контактируют различные металлы, лучше всего заменить модули памяти, чтобы они соответствовали разъему. Другое, намного худшее, решение состоит в том, чтобы подождать, пока возникнут проблемы (у меня это произошло приблизительно через полгода или год), потом удалить модули, почистить контакты, повторно установить модули памяти, а затем — по истечении нового срока — повторить эту процедуру снова. Такое решение подходит для одного или двух компьютеров, но не для сотен! Заметьте, что, если в ПК не предусмотрена проверка четности или коды с исправлением ошибок (таких ПК сегодня большинство), то сбои памяти вы не сможете немедленно квалифицировать как связанные с памятью. (Вот главные признаки этой проблемы: сообщение Global Protection Fault, сбои, нарушения целостности данных, неожиданные ошибки в файлах и т.д.)

Есть проблемы и с чисткой контактов — твердый налет оксида, который образуется на золотой поверхности, удалить трудно. Для этого понадобится использовать тонкую абразивную шкурку. Но ни в коем случае нельзя это делать при сухих контактах — при этом генерируются статические заряды, которые могут повредить микросхемы. Обязательно используйте специальный очиститель для смазки контактов. Ведь когда контакты "смочены", минимизируется риск повреждения статическими зарядами при протирании поверхности контактов.

Проблема выбора контактов особенно важна в случае использования микросхем DIMM. Этому есть две причины. В микросхемах SIMM предусмотрено два контакта для каждого штырька (по одному — на каждой стороне модуля). И если один из контактов будет иметь большое сопротивление, это не будет играть решающей роли. В микросхемах DIMM контактов намного больше (168, а не 72), и никаких подстраховок нет, значит и вероятность отказа намного выше. Кроме того, большинство микросхем DIMM предназначено для памяти SDRAM, в которой требования к синхронизации значительно жестче (15–10 нс для частот 66 МГц и 100 МГц соответственно). На таких частотах даже небольшое дополнительное сопротивление в контактах может стать причиной сбоев.

Поэтому я настоятельно рекомендую приобретать системные платы, которые имеют позолоченные разъемы для модулей SDRAM и DIMM, и для памяти SDRAM использовать только микросхемы с позолоченными контактами.

Надежность устройств памяти

Ошибки при хранении информации в памяти неизбежны. Они обычно классифицируются как отказы и нерегулярные ошибки (сбои).

Если нормально функционирующая микросхема вследствие, например, физического повреждения начинает работать неправильно, то все то, что происходит, и называется (постоянным) отказом. Чтобы устранить этот тип отказа, обычно требуется заменить некоторую часть аппаратных средств памяти, например неисправную микросхему SIMM или DIMM.

Другой, более коварный тип отказа — нерегулярная ошибка (сбой). Нерегулярная ошибка (сбой) — это непостоянный отказ; он не происходит при повторении условий функционирования или через регулярные интервалы.

Приблизительно 20 лет назад сотрудники фирмы Intel выяснили, что причиной нерегулярных ошибок (сбоев) являются альфа-частицы. Поскольку альфа-частицы не могут проникнуть даже через тонкий лист бумаги, стало ясно, что источником альфа-частиц является вещество полупроводников. При исследовании были обнаружены частицы тория и урана в пластмассовых и керамических корпусах микросхем, применявшихся в те годы. Изменив технологический процесс, производители памяти избавились от этих примесей.

В настоящее время производители памяти почти полностью устранили источники альфа-частиц. И многие стали думать, что проверка четности не нужна вовсе. Например, сбой в памяти емкостью 16 Мбайт из-за альфа-частиц происходит в среднем только однажды за 16 лет! Однако сбои памяти происходят значительно чаще.

Сегодня самая главная причина нерегулярных ошибок — космические лучи. Поскольку космические лучи имеют очень большую проникающую способность, от них практически нельзя защититься, используя экранирование.

К сожалению, производители персональных компьютеров не признали это причиной погрешностей памяти — случайную природу сбоя намного легче оправдать разрядом электростатического электричества, большими выбросами мощности или неустойчивой работой программного обеспечения (например, использованием новой версии операционной системы или большой прикладной программы).

Игнорировать сбои, конечно, — не лучший способ борьбы с ними. К сожалению, именно этот способ сегодня выбрали многие производители ПК. Лучше было бы увеличить отказоустойчивость систем. Для этого необходимы механизмы обнаружения и, возможно, исправления ошибок в памяти персонального компьютера. В основном для повышения отказоустойчивости в современных персональных компьютерах применяются следующие методы:

- контроль четности;
- коды с исправлением ошибок (ECC).

Контроль четности. Это один из стандартов, введенных фирмой IBM, который заключается в том, что информация в банках памяти хранится фрагментами по девять битов, восемь из которых (составляющих один байт), предназначены собственно для данных, а девятый является *битом четности (parity)*. Использование девятого бита позволяет схемам управления памятью на аппаратном уровне контролировать целостность каждого байта данных. Если обнаруживается ошибка, работа компьютера останавливается, и на экран выводится сообщение о неисправности. Если вы работаете на компьютере под управлением Windows или OS/2, то при возникновении ошибки контроля четности сообщение, возможно, не появится, а просто произойдет блокировка системы.

Модули SIMM бывают как с битом четности, так и без него. До недавнего времени во всех IBM-совместимых компьютерах для повышения надежности предусматривался контроль четности. Однако в компьютерах многих других фирм контроль четности никогда не использовался. Например, в Apple-компьютерах применяются те же самые 30- и 72-контактные модули, что и в компьютерах IBM, но поскольку в них практически никогда не устанавливаются схемы контроля четности, для них подходят более дешевые 30-контактные 8-разрядные модули SIMM, а не 9-разрядные, как для IBM-совместимых компьютеров. То же самое относится и к 72-контактным модулям SIMM. В компьютерах фирмы Apple можно применять и модули SIMM с битом четности ("лишний" разряд просто игнорируется). Однако, если попытаться установить в компьютер IBM модуль SIMM без бита четности, то сообщения об ошибках будут поступать непрерывно и система окажется неработоспособной. Если вы обслуживаете и ремонтируете как компьютеры IBM, так и Apple, запаситесь только модулями с битом четности — они подходят для обеих систем.

В последнее время на рынке IBM-совместимых компьютеров наметилась тревожная тенденция. Некоторые крупные поставщики стали продавать компьютеры без контроля четности. В них используются более дешевые модули SIMM (такие же, как в системах Macintosh). Поскольку большинство покупателей не задумывается над этим вопросом (вы когда-нибудь видели рекламу, в которой было бы сказано, что КОНТРОЛЬ ЧЕТНОСТИ В СИСТЕМЕ НЕ ВЫПОЛНЯЕТСЯ?!), продать такие компьютеры не составляет большого труда. Некоторые крупные фирмы уже пошли по этому пути, а более мелкие, чтобы сохранить конкурентоспособные цены, вынуждены следовать их примеру. В то же время никто не хочет первым признаться в отсутствии контроля четности, что никак нельзя назвать честной игрой. Подобная позиция удивляет еще больше, если вспомнить, что во всех процессорах, начиная с 386, схема контроля четности встроена в саму микросхему, поэтому никакие дополнительные микросхемы на системную плату устанавливать не нужно. Таким образом, выиграть можно только на стоимости модулей SIMM.

Как все это делается? В большинстве новых системных плат предусмотрена возможность отключения схем контроля четности для того, чтобы на них можно было устанавливать модули SIMM без бита четности. В старых системных платах можно было использовать только модули SIMM с битом четности, поскольку отключить схему контроля было нельзя. Сейчас на одних системных платах устанавливается перемычка для включения и отключения схемы контроля, а в других в программу SETUP введен соответствующий пункт. Кроме того, в некоторых компьютерах автоматически проверяется существование разряда четности, и если его нет хотя бы в одном банке, схема контроля отключается. Появление ошибок четности является первым признаком неисправности системы, поэтому отсутствие разряда четности в большинстве новых компьютеров не радует.

К сожалению, некоторые системы вообще не поддерживают контроль четности. Данный факт ставит под сомнение четкую работу системы с критическими приложениями, когда контроль четности обязателен.

При разработке схемы контроля четности фирма IBM установила, что значение бита четности задается таким, чтобы количество единиц во всех девяти разрядах (восемь разрядов

данных и разряд четности) было *нечетным*. Другими словами, когда байт (8 бит) данных заносится в память, специальная схема контроля четности (микросхема, установленная на системной плате или на плате памяти), подсчитывает количество единиц в байте. Если оно четное, на выходе микросхемы формируется сигнал логической единицы, который сохраняется в соответствующем разряде памяти как девятый бит (бит четности). Количество единиц во всех девяти разрядах при этом становится нечетным. Если же количество единиц в восьми разрядах исходных данных нечетное, то бит четности равен 0, и сумма двоичных цифр в 9 разрядах также остается нечетной.

Рассмотрим конкретный пример (имейте в виду, что разряды в байте нумеруются начиная с нуля, т.е. 0, 1, 2, ..., 7):

Разряд данных: 0 1 2 3 4 5 6 7 Бит четности

Значение бита: 1 0 1 1 0 0 1 1 0

В данном случае общее число единичных битов данных нечетное (5), поэтому бит четности должен быть равен нулю, чтобы количество единиц во всех девяти разрядах было нечетным.

Рассмотрим еще один пример:

Разряд данных: 0 1 2 3 4 5 6 7 Бит четности

Значение бита: 0 0 1 1 0 0 1 1 1

В этом примере общее число единичных битов данных четное (4), поэтому бит четности должен быть равен единице, чтобы количество единиц во всех девяти разрядах, как и в предыдущем примере, было нечетным.

При считывании из памяти та же самая микросхема проверяет информацию на четность. Если в 9-разрядном байте число единиц четное и бит четности также равен единице, значит, при считывании или записи данных произошла ошибка. Определить, в каком разряде она произошла, невозможно (нельзя даже выяснить количество испорченных разрядов). Более того, если сбой произошел в трех разрядах (в нечетном их количестве), то ошибка будет зафиксирована; однако при двух ошибочных разрядах (или четном их количестве) сбой не регистрируется. Сообщения об ошибках четности имеют следующий вид:

В компьютере IBM PC: PARITY CHECK x

В компьютере IBM XT: PARITY CHECK x yyyyy (z)

В компьютере IBM PC и последних моделях XT: PARITY CHECK x yyyyy,

где x может принимать значения 1 (ошибка произошла на системной плате) или 2 (ошибка произошла в слоте расширения).

Символы yyyyy — это шестнадцатеричное число от 00000 до FFFFF, указывающее адрес байта, в котором произошла ошибка.

Символ z может принимать значение S (ошибка четности в системном блоке) или E (ошибка четности в корпусе-расширителе).

Замечание

Фирма IBM разработала корпуса-расширители для компьютеров PC и XT, чтобы увеличить количество слотов расширения. В них устанавливалась монтажная плата с восемью слотами, в один из которых вставлялась переходная плата, которая, в свою очередь, соединялась кабелем с аналогичной платой, установленной в слоте системного блока. В результате этого в системе появлялось еще шесть дополнительных слотов.

При обнаружении ошибки схема контроля четности на системной плате формирует *немаскируемое прерывание NMI* (*Non-maskable Interrupt*), по которому основная работа прекращается и инициируется специальная процедура, записанная в ПЗУ. В результате ее выполнения экран очищается и в левом верхнем углу выводится сообщение об ошибке. Текст сообщения зависит от типа компьютера. В некоторых старых компьютерах фирмы IBM при выполнении указанной процедуры приостанавливается работа процессора, компьютер блокируется и пользователю приходится перезапускать его с помощью кнопки RESET (аппаратная перезагрузка) или выключать и включать питание. При этом, естественно, теряется вся несохраненная информация. (Немаскируемое прерывание — это системное предупреждение, которое программы не могут проигнорировать.)

В большинстве компьютеров в случае ошибки четности процессор не зависает, и пользователю предоставляется возможность либо перезагрузить компьютер, либо продолжить работу, как будто ничего не случилось. В подобных системах сообщение об ошибке может выглядеть иначе, чем в компьютерах IBM, хотя общий его смысл, конечно, остается прежним. Например, во многих компьютерах с BIOS фирмы Phoenix выводится такое сообщение:

```
Memory parity interrupt at xxxx:xxxx

Type (S)hut off NMI, Type (R)eboot, other keys to continue
```

или:

```
I/O card parity interrupt at xxxx:xxxx

Type (S)hut off NMI, Type (R)eboot, other keys to continue
```

Первое появляется при ошибке четности на системной плате (Parity Check 1), а второе — при ошибке четности в слоте расширения (Parity Check 2). Обратите внимание, что адрес памяти xxxx:xxxx выводится в формате *[сегмент]:[смещение]*, а не в линейном виде, как в компьютерах IBM. Но в любом случае местоположение байта с ошибкой определяется однозначно.

После появления сообщения об ошибке вы можете нажать клавишу <S>. При этом схема контроля четности отключается, и программа продолжает выполняться с того места, где возникла ошибка (немаскируемое прерывание). Нажав клавишу <R>, вы перезагрузите компьютер и потеряете всю несохраненную информацию. Нажатие любой другой клавиши позволит возобновить работу компьютера с включенным контролем четности.

Если ошибка "хроническая", то, скорее всего, в ближайшее время произойдет следующее прерывание по контролю четности. Как правило, лучше всего нажать клавишу <S>, отключив контроль четности, что позволит сохранить информацию. Запишите нужную вам информацию на дискету, чтобы ненароком не испортить жесткий диск. Не удаляйте старую версию сохраняемого файла (пока еще хорошую), поскольку при сбоях памяти ваша новая сохраненная информация может быть испорчена. Поскольку контроль четности отключен, операции сохранения будут выполнены без прерываний. После этого выключите компьютер, включите его снова и запустите программу диагностики памяти для выяснения причины ошибки. Иногда ошибка обнаруживается процедурой POST непосредственно при загрузке, но чаще приходится использовать более сложные диагностические программы.

BIOS фирмы AMI выводит сообщение об ошибках четности:

```
ON BOARD PARITY CHECK ADDR (HEX) = (xxxxx)
```

или:

```
OFF BOARD PARITY CHECK ADDR (HEX) = (xxxxx)
```

Эти сообщения означают, что при выполнении процедуры POST обнаружена ошибка по указанному адресу памяти. Первое сообщение появляется при ошибке на системной плате, а

второе — на плате адаптера в слоте расширения. AMI BIOS может выдавать также сообщения об ошибках в памяти:

```
Memory parity error at xxxxx
```

или:

```
I/O card parity error at xxxxx
```

Эти сообщения появляются при возникновении ошибок в процессе работы (а не при выполнении процедуры POST); первое относится к памяти на системной плате, а второе — к памяти на плате адаптера в слоте расширения.

Несмотря на то, что во многих системах при появлении ошибки четности работу можно продолжать (вы даже можете отключить ее дальнейший контроль), игнорировать неисправность опасно. Указанная возможность нужна лишь для того, чтобы вы могли попытаться сохранить свою информацию, а затем выполнить диагностику и отремонтировать компьютер.

Внимание

Если появляется сообщение об ошибке четности, значит, содержимое памяти искажено. Стоит ли записывать искаженные данные вместо данных, сохраненных в прошлый раз? Безусловно, нет! Прежде чем записывать файл, еще раз убедитесь, что вы изменили его имя. Кроме того, в случае ошибки четности постарайтесь сохранить работу только на дискете и избегайте записи на жесткий диск — не исключена вероятность (хотя и небольшая) повреждения жесткого диска при записи на него искаженного содержимого памяти.

Теперь вы можете попытаться определить причину ошибки и отремонтировать компьютер. Возможно, у вас возникнет желание отключить контроль четности и продолжить работу на компьютере как ни в чем не бывало. Но имейте в виду, что это почти то же самое, что выкрутить датчик индикатора давления масла в протекающем двигателе автомобиля (главное, чтобы аварийная лампочка вам не действовала на нервы).

В компьютерах класса PS/2 применяется другой способ оповещения об ошибке четности. Сообщение об ошибке на системной плате имеет такой вид:

```
110
xxxxx
```

В случае ошибки на плате адаптера в слоте расширения появляется такое сообщение:

```
111
xxxxx
```

Здесь xxxxx означает адрес ошибки четности. После вывода этих сообщений компьютер блокируется, и сохранить текущую работу невозможно.

Коды с исправлением ошибок. Коды с исправлением ошибок (ECC — Error Correcting Code). позволяют не только обнаружить ошибки, но и исправить ошибку в одном разряде. Поэтому ПК, в котором используются коды с исправлением ошибок, в случае ошибки в одном разряде может работать без прерывания, причем данные не будут искажены. Коды с исправлением ошибок в большинстве персональных компьютеров позволяют только обнаруживать, но не исправлять ошибки в двух разрядах. Но приблизительно 98 процентов сбоев памяти вызваны именно ошибкой в одном разряде, т.е. они успешно исправляются с помощью данного типа кодов с исправлением ошибок. В кодах с исправлением ошибок этого типа требуется дополнительно семь контрольных разрядов для каждых 32 бит при 4-байтовой организации и восемь контрольных разрядов при 8-байтовой организации. Реализация кода с ис-

правлением ошибок при 4-байтовой организации, очевидно, стоит больше, чем реализация проверки нечетности или четности, но при 8-байтовой организации стоимость реализации кода с исправлением ошибок не дороже, чем реализация проверки четности.

Для использования кодов с исправлением ошибок необходим контроллер памяти, вычисляющий контрольные разряды при операции записи в память. При чтении из памяти такой контроллер сравнивает прочитанные и вычисленные значения контрольных разрядов и, в случае необходимости, исправляет испорченный бит (или биты). Стоимость дополнительных логических схем для реализации кода с исправлением ошибок в контроллере памяти не очень существенна, но реализация кода с исправлением ошибок может фактически значительно снизить быстродействие памяти при операциях записи. Это происходит потому, что при операциях записи и чтения необходимо ждать завершения вычисления контрольных разрядов. При записи части слова вначале нужно прочитать полное слово, затем перезаписать изменяемые байты, и только после этого — новые вычисленные контрольные разряды.

Большинство сбоев памяти происходит в одном разряде, и потому такие ошибки успешно корректируются кодом с исправлением ошибок. Использование отказоустойчивой памяти обеспечивает высокую надежность ПК.

Модернизация ПК путем увеличения объема памяти

Увеличение существующего объема памяти — один из самых полезных и дешевых способов модернизации, особенно если принять во внимание возросшие после наращивания объема памяти возможности Windows 95/98, Windows NT и OS/2. В некоторых случаях увеличение объема в два раза во столько же раз повышает производительность системы, а иногда и больше.

Микросхемы памяти имеют различную форму и размер, однако все они называются *DRAM* (*Dynamic Random Access Memory — динамическая память прямого доступа*). Микросхемы DRAM — это наиболее популярный тип памяти.

Ниже рассматривается процесс увеличения объема памяти, включая выбор микросхем памяти, их установку и последующее тестирование.

Стратегия модернизации

Добавление памяти может быть сравнительно недорогой операцией. Даже незначительное увеличение памяти может существенно повысить производительность компьютера.

Каким образом можно добавить память в ПК? Существует три способа, которые перечислены ниже в порядке снижения удобства добавления и повышения стоимости.

- Добавление памяти в свободные слоты системной платы.
- Замена установленной памяти памятью большего объема.
- Приобретение платы расширения памяти.

Добавление дополнительной памяти в системы класса PC или XT неэффективно, так как плата дополнительной памяти с двумя мегабайтами дополнительной памяти может стоить дороже всего компьютера. Кроме того, данный тип памяти бесполезен при использовании Windows, а компьютеры класса PC или XT не смогут работать под управлением OS/2. Лучше приобретите более мощный компьютер, например недорогой Pentium II с большими возможностями модернизации.

Если вы решите собрать более мощную систему, память компьютеров классов PC или XT окажется ненужной. Восьмиразрядные платы памяти непригодны для систем с архитектурой ISA или MCA (быстродействие таких микросхем памяти обычно неадекватно скорости работы новых систем). Многие новые системы вместо микросхем используют быстродействующие модули SIMM или DIMM. Груда микросхем на 64 или 256 Кбайт с быстродействием

150 нс будет бесполезной, если ваша следующая система, в которой используются модули SIMM, имеет время доступа меньше 70 нс.

Прежде чем добавлять в компьютер микросхемы памяти (или заменять дефектные микросхемы), следует определить тип необходимых микросхем памяти. Эта информация должна содержаться в документации к вашей системе.

Если необходимо заменить дефектную микросхему памяти и нет возможности обратиться к документации, то тип микросхемы можно определить путем визуального осмотра установленных микросхем. На каждой микросхеме есть маркировка, которая указывает ее емкость и быстродействие. В следующей таблице приведена маркировка некоторых микросхем емкостью 1 Мбайт.

Маркировка	Изготовитель
TMS4C1024N/DJ	Texas Instruments
HM511000AP/AJP/AZP	Hitachi
MB81C1000P/PJ/PSZ	Fujitsu

После этого обратитесь в ближайший компьютерный магазин с просьбой определить тип соответствующего чипа памяти для вашего компьютера.

Замечание

Если собираетесь установить в ПК память емкостью более 64 Мбайт, предварительно убедитесь, что чипсет сможет кэшировать такой объем.

Выбор и установка микросхем памяти, модулей SIMM или DIMM

Если вы хотите расширить вычислительные возможности системной платы путем добавления памяти, строго следуйте указаниям фирмы — производителя микросхем памяти или модулей. В персональном компьютере могут использоваться модули памяти DIP, SIMM, SIPP и DIMM, причем могут быть установлены как модули одного типа, так и нескольких.

Производитель системной платы компьютера определяет, какие в нем будут использоваться микросхемы памяти. Ниже перечислены все микросхемы памяти.

- *DIP.* Эти микросхемы памяти использовались в первых компьютерах. Они выполнены в виде прямоугольного чипа, который имеет 16 металлических выводов — по восемь на каждой стороне. Такие микросхемы устанавливаются группами по девять штук. Например, чтобы набрать 1 Мбайт из 256-килобитовых микросхем, потребуется установить 36 микросхем. Иногда микросхемы DIP припаиваются к системной плате.
- *SIMM.* Эти модули памяти подобны небольшим платам с припаянными микросхемами. На модуле SIMM может быть установлено различное количество микросхем, причем как с одной, так и с обеих сторон модуля. На одной стороне платы SIMM расположены контакты. Обычно они позолоченные. SIMM устанавливаются на системной плате в специальные гнезда с защелками, которые надежно фиксируют модуль. Контакты модуля SIMM плотно прижимаются к контактам гнезда, что позволяет предотвратить окисление.
- Существует два типа SIMM — с 30- и 72-контактными модулями. Тридцатиконтактные модули являются 9-разрядными при поддержке контроля четности или 8-разрядными в противном случае. В 72-контактных модулях SIMM используется 36 разрядов с контролем четности (32 разряда данных и 4 разряда контроля четности) или 32 разряда без контроля четности. Обратите внимание, что и 36-, и 9-разрядные модули SIMM с контролем четности могут использоваться в системах, в которых не преду-

смотрен контроль четности. Если в системе предусмотрен контроль четности, то модули SIMM без контроля четности в такой системе использоваться не могут. Компьютеры, в которых не предусмотрена проверка четности, покупать не рекомендуется.

- *DIMM.* Сегодня во многих 64-разрядных системах используются 168-контактные модули DIMM. Эти модули должны быть тщательно вставлены, поскольку они имеют большое число контактов на каждой стороне. Подобно SIMM, модули DIMM закрепляются в гнезде специальным блокировочным механизмом. Модули DIMM бывают 64-разрядными (без битов четности) и 72-разрядными (с битами четности).

Независимо от того, какие микросхемы памяти используются, они образуют *банки памяти*. Банк памяти — это совокупность микросхем, которые составляют блок памяти. Каждый банк считывается процессором за один такт. Банк памяти не станет работать до тех пор, пока не будет полностью заполнен.

Первые модели ПК 8088, 8086 и 286 имеют четыре банка памяти, каждый из которых состоит из девяти микросхем. Этим банкам памяти могут быть присвоены номера от 0 до 3 или буквы от A до D. Первые восемь микросхем предназначены для хранения данных. Девятая микросхема должна гарантировать истинность чисел в других восьми микросхемах. Каждая микросхема соответствует одному биту, а восемь микросхем — одному байту. Предположим, что два первых банка укомплектованы 256-килобитовыми микросхемами. Какой объем памяти доступен в этом случае? 18 микросхем (9 микросхем×2 банка) памяти с 256 Кбит соответствуют 512 Кбайт.

В компьютерах 286 обычно имеется четыре банка чипов по 256 Кбит, что составляет 1024 Кбит (1 Мбит). Некоторые компьютеры 286, используя чипы на 1 Мбит, могут обрабатывать до 4 Мбайт памяти, установленной на системной плате. В компьютерах на базе процессора 386SX используется четыре банка памяти, организованных либо на 18 микросхемах (16 плюс 2 для контроля четности), либо на двух 30-контактных (8- или 9-разрядных) SIMM. В компьютерах с процессорами 386DX и 486 содержится два или четыре банка памяти, каждый из которых организован на четырех 30-контактных (8- или 9-разрядных) или одном 72-контактном (32- или 36-разрядном) SIMM. Компьютеры Pentium, Pentium Pro и Pentium II также обычно имеют два или четыре банка памяти, но каждый банк состоит из двух 72-контактных (32- или 36-разрядных) модулей SIMM или одного 168-контактного модуля DIMM.

В компьютерах на основе Pentium, Pentium Pro и Pentium II содержится от двух до четырех банков памяти, причем каждый банк состоит из двух 72-контактных (32- или 36-разрядных) модулей SIMM или одного 168-контактного модуля DIMM.

Установка дополнительной памяти на системной плате — несложный способ увеличить объем памяти компьютера. Большинство систем имеет хотя бы один незанятый банк памяти, в который можно установить дополнительную память и таким образом повысить производительность компьютера.

Добавление плат адаптеров памяти

Как правило, платы расширения памяти используются для увеличения объема памяти лишь в крайнем случае. Для многих систем (наподобие первых моделей Compaq) с предусмотренным слотом локальной шины для расширения памяти следует приобрести все платы расширения памяти у производителя. Компания IBM также предусмотрела специальный слот для платы расширения памяти в системах PS/2 модели 80. Для других систем с архитектурой шины ISA, в которых нет специального слота для платы расширения памяти (например, IBM PC, XT и AT), и большинства IBM-совместимых систем, равно как и для большинства систем PS/2, у различных производителей можно приобрести сотни таких плат, которые устанавливаются в стандартные слоты шины.

К сожалению, вся подключенная через стандартный слот память работает на частоте шины, а не на тактовой частоте системы. По этой причине большинство современных систем так поддерживает на системной плате стандартные гнезда для модулей SIMM, чтобы память могла подключаться непосредственно к локальной шине системы. Использование плат адаптеров памяти в этих системах лишь снижает их производительность. В других системах используются специальные разъемы локальной шины для адаптеров расширения памяти, что может вызвать дополнительные проблемы и расходы при добавлении или замене памяти.

В некоторых случаях плата адаптера может использовать более "медленную" память, чем та, которую следует устанавливать на системной плате. (Адаптеры памяти для PS/2 моделей 50 и 60, например, используют микросхемы памяти со временем доступа 120 нс.) Очень часто слоты расширения памяти имеют низкую частоту (8 МГц для большинства систем с шиной ISA) для того, чтобы установленный адаптер функционировал корректно.

Установка микросхем памяти

В этом разделе рассматривается установка микросхем памяти, в частности установка новых микросхем или модулей оперативной памяти. Здесь также описываются наиболее вероятные проблемы, с которыми вы можете столкнуться, и методы их устранения и предупреждения. Кроме того, предоставлена информация о конфигурации систем после установки дополнительной памяти.

При установке или удалении памяти вы можете столкнуться со следующими проблемами:

- накоплением электростатических зарядов;
- повреждением выводов микросхем;
- неправильно установленными модулями SIMM и DIMM;
- неправильным положением перемычек и переключателей.

Чтобы предотвратить накопление электростатических зарядов при установке *чувствительных* микросхем памяти или плат, не надевайте одежду из синтетических тканей или обувь на кожаной подошве. Удалите все накопленные статические заряды, прикоснувшись к корпусу системы до начала работы, или, что еще лучше, наденьте на запястье специальный браслет. Его можно купить в магазине или заказать по почте. Браслет представляет собой проводящий ремешок, соединенный проводом с корпусом компьютера (обычно с помощью зажима типа "крокодил"). Чтобы заземлить корпус, не выдергивайте вилку из сети, а просто выключите компьютер[1].

Внимание

Убедитесь, что вы используете именно промышленный заземляющий браслет, и не пытайтесь изготовить его самостоятельно. Промышленные браслеты имеют определенное сопротивление, которое защитит вас, если вы случайно прикоснетесь к токопроводящим частям ПК. Сопротивление гарантирует, что вы не станете проводником.

Сломанные или согнутые выводы являются причиной возникновения другой потенциальной проблемы, связанной с установкой микросхем DIP или модулей памяти SIPP. Иногда выводы на новых микросхемах изогнуты буквой V, и их очень трудно совместить с соответствующими отверстиями разъема. Положите чип на стол и мягко нажмите на него, стараясь изогнуть выводы так, чтобы они расположились под углом в 90° к микросхеме. Для модуля SIPP можно попробовать использовать тонкие круглогубцы и выпрямить выводы. Они долж-

[1] Конечно, если в розетке предусмотрено заземление. — *Прим. ред.*

ны выступать за край модуля с равными промежутками между выводами. После этого следует по одной установить микросхемы в гнезда.

Внимание

Выпрямление выводов на микросхемах DIP или модулях SIPP — нетрудная задача, но если быть не достаточно аккуратным, можно легко отломать один из выводов и испортить микросхему или модуль памяти. Для выпрямления выводов можно использовать специальные устройства. Эти недорогие инструментальные средства сэкономят вам много времени.

Каждая микросхема (или модуль памяти) должна быть установлена соответствующим образом. На одном конце каждой микросхемы имеется маркировка. Это может быть вырез, круглое углубление или и то, и другое. Гнездо микросхемы также может иметь соответствующую маркировку. В конце концов на системной плате может быть указано, как правильно вставить микросхему. Если в гнезде нет маркировки, используйте в качестве образца уже установленные микросхемы. Ориентация выреза указывает положение первого вывода микросхемы. Осторожно вставьте микросхему в гнездо, убедившись, что каждый вывод совпал с отверстием разъема, а затем надавливайте на микросхему двумя большими пальцами до тех пор, пока она полностью не войдет в гнездо (рис. 5.11).

Ориентация модуля SIMM определяется вырезом, который присутствует только с одной стороны модуля. В гнезде есть выступ, который должен совпасть с вырезом на одной стороне SIMM. Благодаря выступу установить модуль SIMM "наоборот" можно только в случае повреждения гнезда (рис. 5.12). Модули SIPP, однако, не устанавливаются в подобные гнезда — вы должны сами правильно их установить. Если на системной плате нет никаких подсказок, обратитесь к описанию системы.

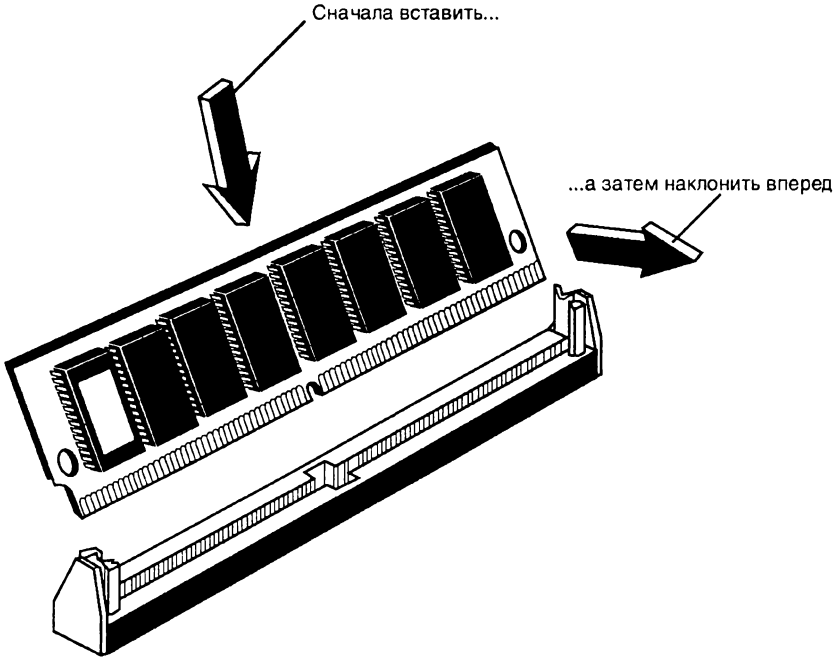


Рис. 5.11. Вырез на этом модуле SIMM находится с левой стороны. Вставьте модуль SIMM под углом, а затем наклоните его вперед, чтобы зажимы блокировали его на месте

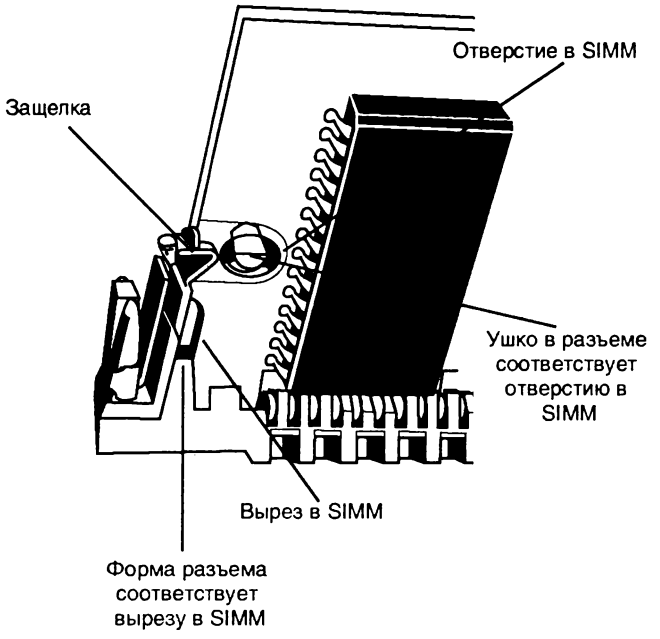


Рис. 5.12. Вырез на этом модуле SIMM находится с левой стороны. Вставьте модуль SIMM под углом, а затем наклоните его вперед, чтобы зажимы блокировали его на месте

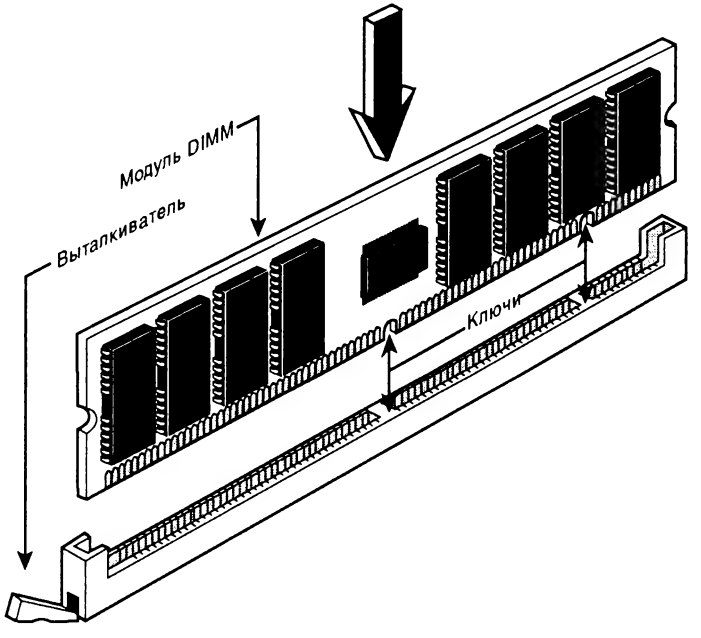


Рис. 5.13. Ключи микросхем DIMM соответствуют выступам в разъемах DIMM

Точно так же, как и микросхемы SIMM, микросхемы DIMM имеют по краю ключи-вырезы, которые смещены от центра так, чтобы микросхемы могли быть однозначно ориентированы (вставлены только в одном направлении), как показано на рис. 5.13.

Выталкиватель блокирует микросхему DIMM, когда она полностью вставлена. Некоторые разъемы DIMM имеют выталкиватели на обоих концах. При установке микросхем SIMM и DIMM соблюдайте осторожность, чтобы не вдавливать модуль в разъем. Если модуль не проскальзывает легко в слот и затем не фиксируется на своем месте, значит, он неправильно ориентирован или не выровнен. Если к модулю приложить значительное усилие, можно сломать его или разъем. Если сломаны зажимы разъема, память не будет установлена на своем на месте. В этом случае возможны сбои памяти.

Как объяснялось ранее в этой главе, модули DIMM могут быть с буфером или без него, а напряжение питания для них может быть равным 3,3 В или 5 В. Буферизированные модули DIMM имеют дополнительные буферные микросхемы для связи с интерфейсом системной платы. К сожалению, эти буферные микросхемы замедляют работу DIMM. По этой причине во всех персональных компьютерах используются небуферизированные модули DIMM. Рабочее напряжение для модулей DIMM в персональных компьютерах — почти всегда равно 3,3 В. Если бы можно было установить модуль DIMM, рассчитанный на 5 В, в разъем, рассчитанный на 3,3 В, он мог бы быть поврежден, но к счастью ключ в разъеме и на DIMM не позволит сделать это.

В современных PC используются только модули DIMM без буфера, рассчитанные на 3,3 В. В компьютерах Apple и других могут использоваться модули с буфером, рассчитанные на 5 В. К счастью, ключевые вырезы по краю разъема для DIMM расположены иначе, чем для модулей RFU, и модулей DIMM с буфером и модулей DIMM, рассчитанных на 5,0 В (рис. 5.14). Это предупреждает вставку модуля DIMM неподходящего типа в разъем.

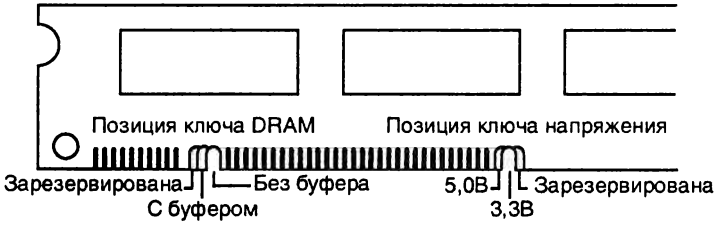


Рис. 5.14. Ключи модуля DIMM динамической оперативной памяти со 168 штырьками

Прежде чем устанавливать микросхемы или модули памяти, убедитесь, что питание системы отключено. Затем снимите крышку ПК и все установленные платы. Модули SIMM легко становятся на место, а вот с микросхемами придется повозиться. Желательно иметь специальные инструменты для установки микросхем. Для удаления микросхем используйте специальный инструмент или маленькую отвертку. Никогда не пытайтесь удалить микросхему только лишь руками, поскольку при этом вы можете согнуть выводы микросхемы или проколоть палец. Для удаления модулей SIMM следует отогнуть зажимы и вытащить модуль из гнезда.

После добавления микросхем памяти и сборки системы может понадобиться изменить положения перемычек и переключателей системной платы. В первоначальной системе ПК было два блока по восемь переключателей. Положения переключателей второго блока 1–4 должны соответствовать объему установленной памяти. В компьютерах класса XT есть только один блок переключателей, отражающий число банков памяти, установленных на системной плате, но не на карте расширения памяти.

Компьютеры IBM AT и PS/2 не имеют никаких переключателей или перемычек памяти, и, чтобы сообщить системе об общем объеме установленной памяти, следует запустить про-

грамму SETUP. В IBM-совместимых системах класса AT такая программа обычно находится в системной ROM BIOS.

На большинстве плат расширения памяти также есть переключатели или перемычки, которые должны быть установлены в соответствующее положение.

Поскольку PS/2 повлияли на конъюнктуру рынка, многие платы памяти, равно как и другие типы плат адаптеров, выпускаются без переключателей. Вместо этого они содержат программу конфигурации, которая используется для приведения платы в рабочее состояние. Конфигурация сохраняется в специальном энергонезависимом устройстве памяти, присутствующем на плате (после того как будут сделаны установки, плата может хранить их постоянно). Работать в программе конфигурации с понятным интерфейсом намного проще, чем с крошечными переключателями или перемычками, размещенными на плате. Другое преимущество программной конфигурации состоит в том, что даже не нужно открывать систему, чтобы перенастроить плату.

После конфигурации системы необходимо запустить программу диагностики памяти. Это гарантирует стабильное функционирование новой памяти. По крайней мере, две и или три программы диагностики памяти будут работать на всех системах. Имеются в виду:

- автотест POST;
- дискета с диагностическими программами пользователя;
- дискета с программами расширенной диагностики;
- специальное диагностическое программное обеспечение.

POST используется при каждом включении системы.

Владельцы стандартных компьютеров IBM PC получают вместе с руководством по эксплуатации дискету с диагностическими программами. Владельцы ПК должны приобрести такую дискету как часть комплекта руководства по эксплуатации и сопровождению аппаратных средств. Если вы приобрели этот пакет, используйте программу расширенной диагностики.

Многие дополнительные программы диагностики продаются вместе с программным обеспечением различных компаний. Некоторые компании предлагают превосходное диагностическое и тестирующее программное обеспечение для определения работоспособности памяти и других компонентов системы. Эти программы особенно полезны, если фирма — производитель системы не предоставляет собственных программ диагностики.

Логическая организация памяти

Адресное пространство первого ПК составляло всего 1 Мбайт, из которого верхние 384 Кбайт были зарезервированы для использования самой системой. Размещение зарезервированного пространства в верхней области (между 640 Кбайт и 1 Мбайт) вместо использования нижней области памяти (между 0 и 384 Кбайт) привело к появлению так называемого *барьера основной памяти*. Постоянная необходимость достигать совместимости системы и периферийного оборудования и сегодня не всегда позволяет разработчикам отступать от стандартной конфигурации первого ПК. Вот почему распределение памяти в современных персональных компьютерах так и осталась запутанной. Несмотря на то, что со времени появления первого ПК прошло более десяти лет, в новейших системах с процессором Pentium II используется то же распределение памяти, что и в первых ПК.

Всякий, кто собирается серьезно разобраться в ПК, рано или поздно столкнется с различными типами участков памяти, существующими в системе. Одни из них имеют больший объем, другие — меньший, одни могут использоваться при работе прикладных программ, другие — нет. Ниже рассматриваются участки (блоки) памяти, используемые в современных ПК:

- основная память (Conventional Memory);
- верхняя память (UMA — Upper Memory Area);
- область верхних адресов (HMA — High Memory Area);
- дополнительная память (XMS — eXtended Memory Specification);
- расширенная память (EMS — Expanded Memory Specification); является устаревшей разновидностью;
- видеопамять (Video RAM Memory); расположена в области верхней памяти;
- область ПЗУ адаптеров и ОЗУ специального назначения; расположена в области верхней памяти;
- ROM BIOS; также расположена в области верхней памяти.

В последующих разделах рассказывается о предотвращении конфликтов, возникающих при использовании различных областей памяти, и о применении программ-диспетчеров для ее оптимизации и более эффективной эксплуатации. В компьютерах класса AT верхняя граница доступной памяти выходит за предел 1 Мбайт и достигает 16 Мбайт в компьютерах с процессорами 286, 4 Гбайт (4096 Мбайт) — в компьютерах с процессорами 386DX и 64 Гбайт — в компьютерах с процессорами Pentium II.

На рис. 5.15 приведена схема расположения адресов для различных областей памяти в IBM-совместимых компьютерах. При работе процессора в *реальном режиме* доступен только 1 Мбайт памяти, а в *защищенном режиме* — все 16, 4096 или 65536 Мбайт. Каждая строка на рисунке соответствует сегменту в 64 Кбайт, а вся карта распределения системной памяти включает первые 2 Мбайт.

Замечание

На карте показаны только два первых мегабайта памяти, в действительности же карту распределения памяти можно составить для всех 16 Мбайт или 4 Гбайт памяти.

Основная память

В первых компьютерах PC/XT рабочее пространство памяти составляло 1 Мбайт и называлось *памятью с произвольным доступом (RAM — Random-Access Memory), или оперативной памятью*. Это пространство было разделено на несколько областей, часть из которых предназначалась для специальных целей. DOS может обращаться ко всему пространству размером 1 Мбайт, но программы можно загружать только в область памяти, называемую *основной памятью (conventional memory)*, емкость ее в первом ПК была равна 512 Кбайт. Оставшиеся 512 Кбайт были зарезервированы для использования некоторыми компонентами компьютера наподобие системной платы и плат адаптеров, установленных в слотах расширения.

После выпуска первого ПК фирма IBM пришла к выводу, что для обслуживания системы вполне достаточно области размером 384 Кбайт, поэтому в следующих компьютерах объем доступной для использования памяти был увеличен до 640 Кбайт. Эти 640 Кбайт стали стандартным объемом памяти, который DOS может использовать для выполнения программ (*барьер в 640 Кбайт*). Память свыше 640 Кбайт зарезервирована для графических плат и других адаптеров, а также для системной ROM BIOS.

Впрочем, барьер в 640 Кбайт является барьером только для 16-разрядных программ, таких как DOS и Windows 3.1. Что касается 32-разрядных программ, таких как Windows 95/98 и NT, то на них он не оказывает существенного влияния.

```
.  — память, доступная программам (стандартная область памяти)
G  — область памяти для видеопамяти графического режима
M  — область памяти для видеопамяти монохромного текстового режима
C  — область памяти для видеопамяти цветного текстового режима
V  — область памяти для BIOS видеоадаптеров (для PS/2 должна быть обозначена как "a")
a  — область памяти плат адаптеров и памяти специального назначения
     (свободное пространство UMA)
r  — дополнительная область памяти системной BIOS в PS/2
     (свободное пространство UMA для компьютеров не-PS/2)
R  — область памяти системной BIOS
b  — область памяти для встроенного языка BASIC (в IBM-совместимых компьютерах
     должна быть обозначена как "R")
h  — область верхних адресов (HMA) при загруженном драйвере HIMEM.SYS

Основная память:

       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
000000: . . . . . .
010000: . . . . . .
020000: . . . . . .
030000: . . . . . .
040000: . . . . . .
060000: . . . . . .
070000: . . . . . .
080000: . . . . . .
090000: . . . . . .

Область верхней памяти:

       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0A0000: GGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGG
0B0000: MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0C0000: VVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa
0D0000: aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa
       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbRRRRRRR

Дополнительная память:

       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
100000: hhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhhh

Дополнительная память (XMS):

       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
110000: . . . . . .
120000: . . . . . .
130000: . . . . . .
140000: . . . . . .
150000: . . . . . .
160000: . . . . . .
170000: . . . . . .
180000: . . . . . .
190000: . . . . . .
1A0000: . . . . . .
1B0000: . . . . . .
1C0000: . . . . . .
1D0000: . . . . . .
1E0000: . . . . . .
1F0000: . . . . . .
```

Рис. 5.15. Логическая карта памяти первых двух мегабайтов

Верхняя память

Верхняя память (UMB — Upper Memory Area) — это 384 Кбайт, зарезервированных у верхней границы системной памяти для компьютеров класса PC/XT и у верхней границы первого мегабайта памяти для компьютеров AT. Адреса этой области находятся в пределах от A0000 до FFFFF.

Верхняя память разделена на несколько частей.

- Первые 128 Кбайт, расположенные сразу после основной памяти, являются областью *видеопамяти* и предназначены для использования видеоадаптерами. Когда на экран выводится текст или графика, в этой области хранятся образы изображений. Видеопамять занимает адреса A0000–BFFFF.
- Следующие 128 Кбайт отведены для программ BIOS адаптеров, которые записаны в микросхемах ПЗУ на соответствующих платах, установленных в слоты расширения. Большинство видеоадаптеров VGA и адаптеров, совместимых с ними, использует для своих программ BIOS первые 32 Кбайт из этой области, а оставшаяся ее часть доступна для других устройств. Некоторые сетевые адаптеры используют эту область в качестве ОЗУ специального назначения. Для ПЗУ адаптеров и специального ОЗУ отведены адреса C0000–DFFFF.
- Последние 128 Кбайт зарезервированы для системной программы BIOS — базовой системы ввода-вывода, которая записана в микросхемах ROM или RAM. В этой же области хранятся программа *POST (Power-On Self Test — автотест при включении)* и *начальный системный загрузчик*, который управляет компьютером до запуска операционной системы. В большинстве компьютеров используются только последние 64 Кбайт этого пространства (или меньше), а первые 64 Кбайт с помощью *программ — диспетчеров памяти* могут быть перераспределены для нужд операционной системы. В некоторых системах в этой области также размещена программа Setup CMOS. Для системной BIOS отведены адреса E0000–FFFFF.

В большинстве компьютеров класса AT используются не все зарезервированные 384 Кбайт. Например, в соответствии со стандартом фирмы IBM, зарезервированная видеопамять начинается с адреса A0000, т.е. сразу за границей основной памяти. Эта область используется стандартными режимами VGA, в то время как монохромные и цветные текстовые режимы используют соответственно диапазоны адресов B0000–B7FFF и B8000–BFFFF. В старых не VGA-адаптерах используется только сегмент B000. Объем памяти зависит от типа и режима работы видеоадаптера. Однако процессор определяет видеопамять как одну область размером 128 Кбайт. При этом не важно, какой объем памяти установлен собственно видеоадаптером.

Хотя верхние 384 Кбайт первого мегабайта вначале были названы *резервной памятью*, в незанятые участки этой области можно загрузить драйверы (например, ANSI.SYS) или резидентные программы (например, MOUSE.COM), что позволяет освободить часть основной памяти для других нужд. Объем свободного пространства верхней памяти может быть различным для разных компьютеров; все зависит от того, какие платы адаптеров установлены. Например, большинство сетевых адаптеров и адаптеров стандарта SCSI использует часть этой памяти в своих целях.

Сегментная и линейная адресация. Во избежание путаницы рассмотрим понятия *сегментного адреса* и *полного линейного адреса*. Появление сегментных адресов связано с внутренней структурой процессоров фирмы Intel, в которых информация о сегменте и смещении хранится в отдельных регистрах. Принцип адресации памяти довольно прост. Представьте себе, что вы остановились в десятиэтажной гостинице и кого-то интересует номер вашей комнаты. Каждому этажу присвоен номер от 0 до 9, на каждом этаже расположено по 100 комнат с номерами от 0 до 99. *Сегментом* считается любая группа из ста комнат с после-

довательными номерами, если номер первой комнаты кратен 10. Каждому сегменту присвоен порядковый номер из двух цифр. Например, адрес сегмента 54 соответствует комнате номер 540. Дополнительно можно задать смещение в диапазоне от 0 до 99.

В примере с отелем каждому сегменту присвоен номер от 0 до 99, точно так же для каждого сегмента может быть задано смещение от 0 до 99.

Допустим, номер вашей комнаты — 541. Если представить его в виде *[сегмент]:[смещение]*, то можно сказать, что вы живете в комнате с адресом сегмента 54 (номер комнаты — 540) и смещением 1 от начала сегмента. Но можно сказать иначе: адрес сегмента — 50 (номер комнаты — 500), смещение — 41. Есть и другие варианты: сегмент — 45 (номер комнаты — 450) и смещение — 91 (450+91=541).

Используя различные сегменты и смещения, можно получить один и тот же адрес.

В процессорах Intel x86 подобное сложение значений смещения и сегмента используется для получения необходимого адреса. Это может привести к некоторым трудностям при написании программ на ассемблере или в машинных кодах.

Описанным способом организуется адресация памяти в процессорах фирмы Intel. Обратите внимание, что, кроме первого и последнего, все разряды чисел, выражающих сегмент и смещение, перекрываются. Если сложить эти числа с соответствующим сдвигом, можно получить линейный адрес.

Линейный адрес не делится на две составляющие, как и номер комнаты в приведенном примере (например, 541). Это обычное число, а не сумма двух чисел. Например, на плате основного адаптера SCSI может быть установлено ПЗУ на 16 Кбайт, ячейкам которого присвоены адреса D4000–D7FFF. В формате *[сегмент]:[смещение]* эти адреса можно представить так: D400:0000–D700:0FFF. Сегмент определяет 4 старших разряда, а смещение — 4 младших разряда. Поскольку эти составляющие перекрываются, конечный адрес можно представить четырьмя различными способами:

```
D000:7FFF   =        D000      (сегмент)
                +     7FFF     (смещение)
                     ---------
                =    D7FFF     (полный адрес)

D700:0FFF   =        D700      (сегмент)
                +     0FFF     (смещение)
                     ---------
                =    D7FFF     (полный адрес)

D7F0:00FF   =        D7F0      (сегмент)
                +      00FF    (смещение)
                     ---------
                =    D7FFF     (полный адрес)

D7FF:000F   =        D7FF      (сегмент)
                +      000F    (смещение)
                     ---------
                =    D7FFF     (полный адрес)
```

Как видно из этих примеров, при разных значениях сегментов и смещений результат получается один и тот же. Количество возможных комбинаций может быть еще большим, например:

```
D500:2FFF   =     D500      (сегмент)
              +   2FFF      (смещение)
                  -------
              =   D7FFF     (полный адрес)

D6EE:111F   =     D6EE      (сегмент)
              +   111F      (смещение)
                  -------
              =   D7FFF     (полный адрес)
```

Итак, задавать адрес можно разными способами. Лучше всего записывать его в линейной форме (D7FFF), а из всего разнообразия возможных комбинаций *[сегмент]:[смещение]* следует использовать D000:7FFF. Указав в сегментной части адреса максимальное количество нулей, можно упростить его восприятие. При этом лучше видна его связь с полным линейным адресом. Из приведенных примеров понятно, почему линейный адрес является пятиразрядным, хотя сегмент и смещение — четырехразрядные числа.

Видеопамять. Видеоадаптер, установленный в компьютер, использует часть нижней памяти для вывода графики или текстовой информации на дисплей. Правда, обычно это происходит только в основном режиме VGA. Видеоплата может иметь память емкостью 4 Мбайт или 8 Мбайт, но эта память используется набором микросхем системной логики (чипсетом) на видеоплате и непосредственно не доступна процессору. Только в основном режиме VGA, например при подсказках DOS или при работе Windows в безопасном режиме, процессор может непосредственно обращаться к видеопамяти емкостью до 128 Кбайт в диапазоне адресов A0000–BFFFFh. Все современные видеоплаты также имеют расположенную на плате базовую систему ввода-вывода, обычно расположенную в пределах адресов от C0000 до C7FFFh; эта часть пространства памяти зарезервирована для базовой системы ввода-вывода видеоадаптера. Вообще, чем выше разрешающая способность и глубина цвета видеоадаптера, тем большее количество системной памяти использует видеоадаптер, но эта дополнительная память (свыше 128 Кбайт) обычно не доступна процессору. Система просто сообщает видеоадаптеру, что должно быть отображено, а видеоадаптер генерирует изображение, помещая данные непосредственно в видеопамять на плате.

Установленный в компьютере видеоадаптер использует часть системной памяти для хранения графической или символьной информации, выводимой на монитор. На некоторых платах видеоадаптеров, например на VGA, содержатся собственные BIOS, которые размещаются в области системной памяти, зарезервированной именно для таких адаптеров. В принципе, чем выше разрешающая способность и возможности цветопередачи адаптера, тем больше ему требуется системной памяти. Отметим, что на платах большинства адаптеров VGA или SVGA устанавливается дополнительная микросхема ОЗУ для хранения выводимой информации и ускорения регенерации экрана.

При стандартном распределении памяти для хранения выводимой на монитор информации резервируется область размером 128 Кбайт. Эта зарезервированная видеопамять располагается в сегментах A000 и B000. Для BIOS видеоадаптер использует дополнительный фрагмент верхней памяти в сегменте C000.

Расположение ОЗУ видеоадаптера связано барьером основной памяти размером 640 Кбайт для DOS. DOS может использовать всю доступную непрерывную область памяти в пределах первого мегабайта, т.е. до адреса начала ОЗУ видеоадаптера. При использовании таких адаптеров, как MDA и CGA, DOS может получить доступ к пространству системной памяти, большему 640 Кбайт. При использовании адаптеров EGA, MCGA и VGA *барьер* видеопамяти располагается по адресу A0000; для адаптеров MDA и CGA требуется гораздо меньше памяти, что позволяет освободить дополнительное пространство для DOS и про-

грамм-приложений. Если в компьютере установлен адаптер MDA, то DOS сможет использовать еще 64 Кбайт памяти (т.е. весь сегмент A0000), и общее пространство, доступное для DOS и программ, составит 704 Кбайт. При установке адаптера CGA размер непрерывной области свободной памяти будет равен 736 Кбайт. Адаптеры EGA, VGA и MCGA ограничивают свободную память до 640 Кбайт, поскольку им необходим больший объем видеопамяти. Таким образом, доступное для программ DOS рабочее пространство зависит от типа установленного видеоадаптера. В табл. 5.11 приведены максимально доступные для DOS объемы памяти при использовании различных типов видеоадаптеров.

Таблица 5.11. Объемы памяти, доступные для DOS, в зависимости от типа видеоадаптера

Тип видеоадаптера	Объем памяти, Кбайт	Тип видеоадаптера	Объем памяти, Кбайт
MDA	704	VGA	640
CGA	736	MCGA	640
EGA	640	XGA	640

Возможность расширения основной памяти до 736 Кбайт зависит от видеоадаптера, типа используемых микросхем памяти, программ системной BIOS и типа компьютера. Часть верхней памяти можно использовать в компьютере с процессором 386 или последующих версий. С помощью диспетчера памяти (например, программы EMM386.EXE, входящей в состав DOS) можно переопределить часть дополнительной памяти на неиспользуемое адресное пространство верхней памяти.

Ниже будет рассказано, как используют системную память стандартные видеоадаптеры. Использование памяти адаптерами MDA, EGA, VGA и IBM PS/2 показано на нижеследующих рисунках.

Память монохромного адаптера MDA. На рис. 5.16 показано распределение системной памяти для монохромного адаптера MDA. Этот адаптер использует всего 4 Кбайт зарезервированной видеопамяти в диапазоне адресов B0000–B0FFF. Поскольку программа для управления адаптером MDA записана в ПЗУ на системной плате, пространство в сегменте C000, отведенное для ПЗУ, свободно.

```
. – свободная область памяти
M – область памяти монохромного адаптера
m – дополнительная область памяти, используемая в монохромном текстовом режиме VGA

       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0A0000: ................................................................
0B0000: MMMmmmmmmmmmmmmmmmm ...........................
```

Рис. 5.16. Карта памяти монохромного адаптера MDA

Отметим, что, хотя сам адаптер MDA использует всего 4 Кбайт, начиная с адреса B0000, для адаптера VGA в режиме эмуляции MDA (монохромном текстовом режиме) необходимо 32 Кбайт, начиная с этого же адреса. На плате адаптера MDA нет собственной BIOS, поскольку им управляют программы-драйверы, являющиеся частью системной BIOS.

Память адаптера CGA. На рис. 5.17 показано распределение системной памяти для цветного графического адаптера CGA. Он использует 16 Кбайт зарезервированной видеопамяти в диапазоне адресов B8000–BBFFF. Никакого дополнительного пространства в сегменте

C0000 ему не требуется, поскольку программы, управляющие работой CCA, записаны в системной BIOS.

```
. – свободная область памяти
C – область памяти цветного графического адаптера CGA
c – дополнительная область памяти, используемая в цветном текстовом режиме VGA

       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0A0000: ................................................................
0B0000: ........................... CCCCCCCCCCCCcccccccccccccccc
```

Рис. 5.17. Карта памяти адаптера CGA

При использовании платы CCA память в диапазоне адресов A0000–B7FFF остается свободной, и диспетчеры памяти могут передать ее в распоряжение DOS. Однако при этом не смогут выполняться программы, для которых необходим графический режим. Хотя для самой платы адаптера CGA, начиная с адреса B8000, требуется всего 16 Кбайт, для адаптера VGA в режиме эмуляции CGA (цветной текст) необходимо 32 Кбайт, начиная с этого же адреса. На плате адаптера CGA нет собственной BIOS, поскольку им управляют программы-драйверы, являющиеся частью системной BIOS.

Память адаптера EGA. Использование системной памяти адаптером EGA проиллюстрировано на рис. 5.18. Этот видеоадаптер использует все 128 Кбайт видеопамяти в диапазоне адресов A0000–BFFFF. Микросхема ПЗУ с программой управления этим адаптером находится на самой плате и адресует 16 Кбайт в диапазоне адресов C0000–C3FFF.

```
. – свободная область памяти
G – область памяти (видеопамять) графического режима адаптера EGA
M – область памяти (видеопамять) монохромного текстового режима адаптера EGA
C – область памяти (видеопамять) цветного текстового режима адаптера EGA
V – область ROM BIOS адаптера EGA
R – область системной ROM BIOS

       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0A0000: GGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGG
0B0000: MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0C0000: VVVVVVVVVVVV..........................................
0D0000: ................................................................
       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: ................................................................
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
```

Рис. 5.18. Карта памяти адаптера EGA

Оригинальная плата IBM EGA использовала только 16 Кбайт под область ПЗУ, начиная с адреса C0000, а в EGA-совместимых адаптерах других фирм эта цифра возросла до 32 Кбайт. Интересно, что адаптер EGA не всегда полностью использует сегменты A000 и B000 (это относится и к VGA). Например, в графическом режиме занятым оказывается только сегмент A000, а сегмент B000 совершенно пуст. Если программно переключить адаптер в цветной текстовый режим, то пустым окажется сегмент A000 и будет использоваться верхняя половина сегмента B000. В современных компьютерах область памяти, предназначенная для монохромного текстового режима, практически не используется, поскольку почти не осталось программ, переключающих адаптер в этот режим. На рис. 5.18 показана также системная ROM BIOS.

Плата EGA первоначально была довольно популярной, но вскоре ее вытеснил более совершенный адаптер VGA. Поскольку адаптер VGA совместим с EGA (т.е. VGA обладает всеми возможностями EGA), с точки зрения использования ресурсов памяти они весьма похожи.

Память адаптера VGA. Все VGA-совместимые платы, включая платы SVGA, почти идентичны EGA. Они полностью используют 128 Кбайт видеопамяти в диапазоне адресов A0000–BFFFF, но не все одновременно. Область видеопамяти разбита на три участка, каждый из которых используется только при работе адаптера в соответствующем режиме. Одно небольшое отличие от EGA состоит в том, что почти для всех плат VGA необходим полный диапазон размером 32 Кбайт (C0000–C7FFF), отведенный для встроенного ПЗУ адаптера. Карта памяти VGA показана на рис. 5.19.

```
. – свободная область памяти
G – область памяти (видеопамять) графического режима адаптера VGA
M – область памяти (видеопамять) монохромного текстового режима адаптера VGA
C – область памяти (видеопамять) цветного текстового режима адаптера VGA
V – область ROM BIOS адаптера VGA
R – область системной ROM BIOS

       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0A0000: GGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGG
0B0000: MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0C0000: VVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVV........................
0D0000: ................................................
       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: ................................................
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
```

Рис. 5.19. Карта памяти адаптеров VGA и SVGA

Как видно из рис. 5.19, обычная плата VGA использует для своей BIOS всю область размером 32 Кбайт, в которой содержатся программы-драйверы. В редких случаях некоторые платы VGA занимают меньшую область. Как и для адаптера EGA, области видеопамяти активны только при работе в определенном режиме. Например, при работе в графическом режиме используется только сегмент A000, в цветном текстовом режиме занята только верхняя половина сегмента B000. Поскольку адаптер VGA почти никогда не работает в монохромном текстовом режиме, нижняя половина сегмента B000 (адреса B0000–B7FFF) остается незанятой. На рис. 5.19 показана также системная ROM BIOS.

Адаптер VGA был разработан фирмой IBM, и в апреле 1987 года появились первые компьютеры с платами VGA, которые относились к классу PS/2. В этих ПК адаптер VGA был встроен в системную плату. Поскольку BIOS видеоадаптера и системную BIOS фирма IBM разрабатывала сама и адаптер VGA был размещен на системной плате, а не в отдельном модуле, это позволило включить программу-драйвер VGA непосредственно в системную BIOS. В результате сегмент C000 для области ПЗУ платы видеоадаптера не использовался, как в большинстве последующих совместимых компьютеров. Это можно было бы отнести к достоинствам систем PS/2, однако дополнительная область ПЗУ все же понадобилась, для чего был использован сегмент E000. Фактически, в компьютерах PS/2 для дополнительной области системной ROM BIOS отводится весь сегмент E000, но в большинстве совместимых компьютеров он свободен.

Во многих современных совместимых компьютерах, например в ПК, имеющих системную плату и корпус конструкции LPX или Slimline, видеоадаптер встроен в системную плату. В таких компьютерах, даже если BIOS видеоадаптера и системная BIOS разработаны одной фирмой, они всегда эмулируют стандартный режим VGA. Это означает, что BIOS видеоадап-

тера располагается в первых 32 Кбайт сегмента C000, как и у автономной платы VGA, установленной в слоте расширения. Встроенный адаптер VGA в таких компьютерах можно отключить путем перестановки перемычки или переключателя на системной плате, а вместо него установить обычную отдельную плату видеоадаптера. Именно для этого встроенные адаптеры делаются по образу и подобию отдельных плат адаптеров, что позволяет при вышеуказанной замене избежать проблем, связанных с совместимостью, которые могли бы возникнуть, если бы программа-драйвер VGA была частью системной BIOS.

Напомним, что первый адаптер VGA был встроен в системную плату компьютеров класса PS/2. Чтобы этот тип адаптера можно было устанавливать в другие компьютеры, фирма IBM в это же время выпустила первую отдельную плату VGA под названием *PS/2 Display Adapter*. Такое название привело к некоторой путанице, поскольку эта плата предназначалась для компьютеров с шиной ISA, а не для PS/2, в которых в основном использовалась новая шина MCA и уже имелся встроенный адаптер VGA. Эту плату мог приобрести любой пользователь, который собирался установить адаптер VGA в компьютер с шиной ISA.

Плата IBM VGA (PS/2 Display Adapter) была 8-разрядной платой ISA, в которой использовались те же микросхемы, что и на системной плате PS/2.

Если вы следили за развитием компьютерной техники, то, вероятно, помните, как долго фирмы-производители пытались скопировать схему адаптера IBM VGA. Прошло почти два года, прежде чем появились платы, довольно надежно выполняющие все, что делал оригинальный адаптер. Некоторые пользователи по неосторожности обзавелись первыми платами-аналогами. В результате чуть ли не каждый день эти платы преподносили им сюрпризы, и огромное количество микросхем ПЗУ постоянно пересылалось по почте фирмам-производителям и обратно для проверки и внесения изменений. Не желая быть участником сомнительных экспериментов с VGA-совместимостью, я отправился покупать оригинальную плату PS/2 Display Adapter. В те времена она стоила 595 долларов. Сегодня видеокарта AGP стоит значительно меньше!

Покупка видеоадаптера IBM VGA запомнилась мне не только по причине его умопомрачительной дороговизны, но и потому, что оказалось довольно трудно уговорить продавца его продать! Предварительно выяснив по телефону, есть ли в продаже интересующая меня вещь, я отправился в местный магазин фирмы IBM. Там я сказал, что пришел за адаптером PS/2 Display Adapter. Продавец поинтересовался, в какой компьютер я собираюсь его установить. Я ответил, что собираю по частям аналог системы AT. И тут я натолкнулся на яростное сопротивление. Продавец долго пытался объяснить мне, что этот адаптер предназначен только для компьютеров PS/2, а я столь же настойчиво доказывал ему, что он ошибается и что данная плата разработана специально для того, чтобы предоставить компьютерам с шиной ISA такие же графические возможности, что и у новых систем PS/2. В конце концов мне это надоело и я заявил, что, поскольку деньги плачу я, то и покупаю то, что хочу. После этого с чувством глубокого удовлетворения я покинул магазин с драгоценной платой в руках.

Хотя работала она довольно неплохо и проблем с совместимостью не возникало, именно при работе с платой PS/2 Display Adapter я обнаружил несколько интересных моментов, касающихся памяти. В частности, я впервые столкнулся с использованием адаптером рабочей памяти. Оказалось, что многие адаптеры используют некоторые участки верхней памяти для размещения рабочей памяти. Под ней подразумевается память на плате, где хранятся сведения о состоянии, конфигурации и другая временная информация. Большинству плат эта память необходима только для своих нужд, и они не используют адресное пространство процессора. Но некоторые платы используют общее адресное пространство так, чтобы быть доступными для программ-драйверов. Карта памяти PS/2 Display Adapter (т.е. платы IBM VGA) приведена на рис. 5.20.

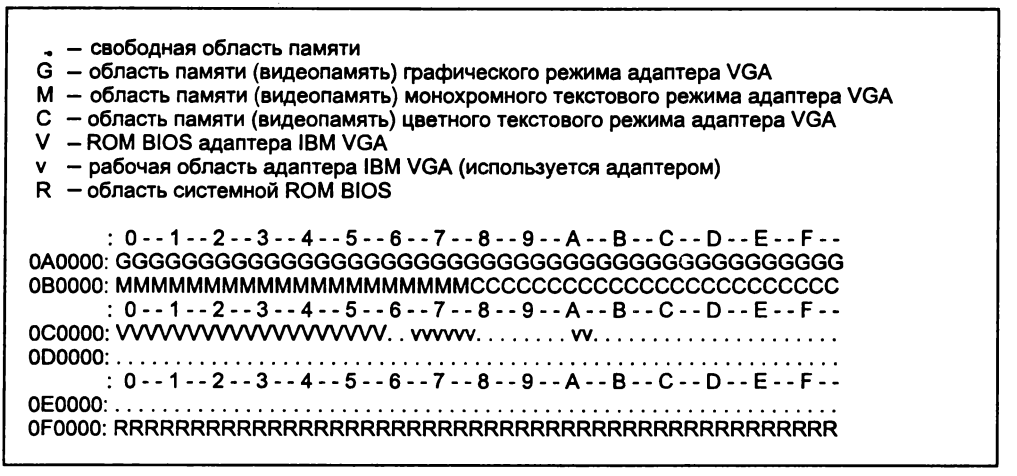


Рис. 5.20. Карта памяти платы IBM VGA (PS/2 Display Adapter) для шины ISA

С точки зрения использования видеопамяти, эта плата не отличается от аналогичных плат VGA, но программная область ПЗУ, управляющая этим адаптером, занимает всего 24 Кбайт в диапазоне адресов C0000–C5FFF. Несколько странно выглядят "дыра" в 2 Кбайт по адресу C6000, рабочая память объемом 6 Кбайт по адресу C6800 и дополнительные 2 Кбайт рабочей памяти по адресу CA000. В частности, область в 2 Кбайт преподнесла мне сюрприз при попытке использовать основной адаптер SCSI со встроенной микросхемой BIOS объемом 16 Кбайт и установленным по умолчанию начальным адресом C8000. В результате возник конфликт, и компьютер полностью заблокировался. Он не загружался, ничего не выводил на экран и лишь подавал звуковой сигнал о неисправности платы видеоадаптера. Сначала я подумал, что ненароком сжег плату, но, убрав новый адаптер SCSI, получил работающий компьютер! Мне удалось заставить работать свой компьютер с адаптером SCSI, заменив плату VGA старой платой CGA. После этого источник конфликта определился сам собой. Использование рабочей памяти было описано в документации очень невнятно, поэтому мне пришлось действовать методом проб и ошибок. Если в вашем компьютере адаптер IBM VGA постоянно конфликтовал с другими адаптерами, то теперь вы знаете, почему это происходило. Должен вам сказать, что с этой "подвешенной" в непонятном месте рабочей памятью ничего нельзя сделать, и пока в моем компьютере был установлен адаптер IBM VGA, постоянно возникали проблемы. Например, в случае с адаптером SCSI мне пришлось переместить его BIOS на другой адрес.

Мне приходилось сталкиваться и с другими адаптерами VGA, которые также использовали рабочую память, но она располагалась в диапазоне адресов C0000–C7FFF, т.е. в той области памяти объемом 32 Кбайт, которая обычно отводится для ROM BIOS видеоадаптера.

При объеме BIOS 24 Кбайт рабочая память может занимать до 8 Кбайт, но ни у одного адаптера, кроме IBM VGA, она не выходит за пределы адреса C8000.

Итак, каждый видеоадаптер использует два вида памяти: видеопамять, в которой хранится выводимая на экран информация, и область ПЗУ с программой-драйвером, причем они должны располагаться в системной памяти. В стандартных компьютерах PC и AT управляющие программы для адаптеров MDA и CGA "зашиты" в микросхемы ПЗУ на системной плате. Для адаптеров EGA и VGA в компьютерах классов PC и AT необходимы видеопамять объемом 128 Кбайт (правда, не вся одновременно) и до 32 Кбайт оперативной памяти для предоставления ПЗУ видеоадаптера в начале сегмента C000. В технических руководствах фирмы IBM сказано, что память в диапазоне адресов C0000–C7FFF зарезервирована специально для использования ПЗУ видеоадаптеров. Отметим, что адаптеры VGA и MCGA в компьютерах PS/2 расположены на системной плате и их программные ПЗУ занимают сегменты

E000 и F000, при этом остается свободным сегмент C000. Кроме того, можно применять диспетчеры памяти (например, входящие в состав DOS) для отображения части дополнительной памяти в области ОЗУ монохромного режима (до 32 Кбайт) и использовать дополнительный участок для загрузки драйверов и резидентных программ.

Микросхемы ПЗУ адаптеров и ОЗУ специального назначения. За областью видеопамяти, начиная с сегмента C000, следуют 128 Кбайт верхней памяти, зарезервированные для специальных программ или BIOS адаптеров, устанавливающихся в слоты на системной плате. Программы BIOS "зашиты" в специальные микросхемы ПЗУ на платах адаптеров, и изменить их нельзя. В область памяти микросхем ПЗУ записываются программы, которые не должны изменяться в процессе эксплуатации системы. Такой способ хранения программ используется в графических платах, контроллерах жестких дисков, коммуникационных платах и платах дополнительной памяти.

В системах на базе процессора 386 и последующих версиях с помощью программ — диспетчеров памяти в незанятые участки верхней памяти можно загружать драйверы устройств и резидентные программы.

BIOS видеоадаптеров. Несмотря на то, что для BIOS видеоадаптеров в верхней памяти зарезервировано 128 Кбайт, начиная с сегмента C000, устанавливаемые в компьютерах видеоадаптеры не используют всю эту область. В табл. 5.12 приведены объемы памяти для BIOS различных типов видеоадаптеров.

Таблица 5.12. Объемы памяти, используемые для BIOS различных видеоадаптеров

Тип адаптера	Объем памяти, Кбайт
MDA	Нет (драйверы включены в системную BIOS)
CGA	Нет (драйверы включены в системную BIOS)
EGA	16 (C0000–C3FFF)
VGA	32 (C0000–C7FFF)
SVGA	32 (C0000–C7FFF)

Для повышения скорости регенерации графических изображений в среде Windows или операционной системе OS/2 применяются *платы графических ускорителей*, которые используют большую часть (или все) 128 Кбайт верхней памяти, начиная с сегмента C000. Кроме того, эти графические платы могут иметь собственные встроенные микросхемы памяти объемом до 4 Мбайт и более для временного хранения изображения и повышения скорости приема новых графических данных, передаваемых процессором для вывода на экран.

BIOS контроллера жесткого диска и основного адаптера SCSI. Адреса верхней памяти C0000–DFFFF используются также для размещения BIOS многих контроллеров жесткого диска. В табл. 5.13 приведены объемы памяти и диапазоны адресов, которые обычно используются для BIOS адаптеров жесткого диска.

Таблица 5.13. Диапазоны адресов и объемы памяти, используемые адаптерами жестких дисков

Тип адаптера	Размер BIOS, Кбайт	Диапазон адресов BIOS
Контроллер на 10 Мбайт IBM XT	8	C8000–C9FFF
Контроллер на 20 Мбайт IBM XT	4	C8000–C8FFF
Большинство XT-совместимых контроллеров	8	C8000–C9FFF

Окончание табл. 5.13

Тип адаптера	Размер BIOS, Кбайт	Диапазон адресов BIOS
Большинство контроллеров AT	0	Драйверы — в системной BIOS
Большинство контроллеров IDE	0	Драйверы — в системной BIOS
Большинство контроллеров ESDI	16	C8000–CBFFF
Большинство контроллеров SCSI	16	C8000–CBFFF или DC000-DFFFF

Платы контроллера жесткого диска и адаптера SCSI в конкретном компьютере могут использовать различные объемы памяти, но чаще всего диапазон адресов начинается с сегмента C800, как это принято в стандарте на ПК фирмы IBM. Почти все современные контроллеры жесткого диска и адаптеры SCSI с микросхемой BIOS, установленной на плате, позволяют довольно просто перемещать начальный адрес своей памяти в сегмент C000 или D000. В табл. 5.13 приведены принятые по умолчанию диапазоны адресов для некоторых плат. Если другие платы уже используют какие-либо адреса, выясните в документации, как изменить начальный адрес BIOS соответствующего адаптера для предотвращения возможных конфликтов. Карта распределения памяти для адаптеров SCSI типа AHA-1542CF и AHA-2940 фирмы Adaptec показана на рис. 5.21.

```
. – свободная область памяти
G – область памяти (видеопамять) графического режима адаптера VGA
M – область памяти (видеопамять) монохромного текстового режима адаптера VGA
C – область памяти (видеопамять) цветного текстового режима адаптера VGA
V – ROM BIOS адаптера VGA
S – ROM BIOS основного адаптера SCSI
R – область системной ROM BIOS

        : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0A0000: GGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGG
0B0000: MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
        : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0C0000: VVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVV........................
0D0000: ........................................SSSSSSSSSSSS
        : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: ........................................................
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
```

Рис. 5.21. Принятое по умолчанию распределение памяти для SCSI-адаптеров AHA-1542CF и AHA-2940 фирмы Adaptec

В области верхней памяти конфликты не возникают, но свободная память после установки BIOS адаптера SCSI становится фрагментированной. Поскольку в большинстве компьютеров никаких программ BIOS в сегменте E000 нет, этот сегмент оказывается свободным (его объем — 64 Кбайт). Если в системе нет использующих верхнюю память адаптеров, то, как видно из рисунка, между адресами C8000 и DBFFF появляется еще один свободный блок верхней памяти размером 80 Кбайт. С помощью драйвера EMM386.EXE, входящего в DOS, два этих свободных блока можно использовать для загрузки резидентных драйверов и программ. К сожалению, программы нельзя записывать в разные участки памяти, разбивая их на части, поэтому максимальный размер загружаемой программы составляет 80 Кбайт (т.е. он равен размеру наибольшего свободного блока). С точки зрения эффективности использования пространства памяти, удобнее было бы сместить область BIOS адаптера SCSI вплотную к

области BIOS VGA, получив при этом единый свободный блок объемом 144 Кбайт (вместо 80 и 64 Кбайт).

Для рассматриваемого адаптера AHA-1542CF это, к счастью, возможно. Чтобы изменить начальный адрес BIOS, достаточно изменить положение нескольких переключателей на плате адаптера.

После изменения положений переключателей и начального адреса BIOS адаптера на C8000 оптимизированная карта памяти будет выглядеть так же, как на рис. 5.22.

Для адаптера AHA-2940, как и для всех других самонастраивающихся устройств, такая оптимизация достигается без установки каких-либо перемычек. Достаточно вызвать диспетчер устройств Windows 95/98. К счастью, большинство плат, выпускаемых после 1996 года, являются самонастраивающимися.

```
. – свободная область памяти
G – область памяти (видеопамять) графического режима адаптера VGA
M – область памяти (видеопамять) монохромного текстового режима адаптера VGA
C – область памяти (видеопамять) цветного текстового режима адаптера VGA
V – ROM BIOS адаптера VGA
S – ROM BIOS основного адаптера SCSI
R – системная ROM BIOS

        : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0A0000: GGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGG
0B0000: MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
        : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0C0000: VVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVSSSSSSSSSSSSSS..............
0D0000: ................................................................
        : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: ................................................................
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
```

Рис. 5.22. Оптимизированная карта памяти SCSI-адаптеров AHA-1542CF и AHA-2940 фирмы Adaptec

Теперь в верхней памяти существует единый свободный блок размером 144 Кбайт.

Память сетевых адаптеров. Платы сетевых адаптеров также могут использовать область верхней памяти в сегментах C000 и D000. Размер и начальный адрес используемой памяти зависят от типа сетевой платы и ее изготовителя. Для некоторых из этих плат память вообще не нужна. Обычно сетевые платы используют две области верхней памяти:

- область IPL ROM, в которой располагается программа начальной загрузки;
- буфер обмена с сетью.

В области ROM IPL (ее объем обычно равен 8 Кбайт) записана программа начальной загрузки, которая обеспечивает запуск компьютера непосредственно от файл-сервера по сети. При этом из него можно вынуть все дисковые накопители, превратив компьютер в бездисковую рабочую станцию. Поскольку в нем отсутствуют как жесткий, так и гибкий загрузочные диски, программа IPL должна скопировать операционную систему с файл-сервера и загрузить ее, как при загрузке с собственного диска. Если вы не используете компьютер в качестве бездисковой станции, отключите ROM IPL на плате адаптера. Правда, во многих сетевых адаптерах сделать это невозможно, и адресное пространство в 8 Кбайт, которое могло бы использоваться другими платами, теряется, даже если вынуть микросхему ПЗУ из платы сетевого адаптера.

Память для *буфера обмена* — это небольшая микросхема памяти на сетевой плате, которая резервирует часть области верхней памяти. Эта память, используя сетевую плату компьютера, играет роль "окна" в сеть, через которое осуществляется быстрая передача и прием дан-

ных. Впервые ее применила фирма IBM в сетевых адаптерах Token Ring, и теперь эта память стала почти непременным атрибутом всех сетевых адаптеров. Ее пришлось ввести потому, что на большинстве систем передача данных через канал прямого доступа к памяти (ПДП) оказалась недостаточно быстрой. Особенно явно это проявлялось в компьютерах с 16-разрядной шиной ISA из-за некоторых особенностей контроллера ПДП и архитектуры шины. В сетевых адаптерах, в которых такой памяти нет, данные передаются либо по каналам ПДП, либо через программный ввод-вывод.

Хотя память для буфера обмена обеспечивает более высокую скорость передачи данных по сравнению с ПДП и программным вводом-выводом, для нее необходимо 16 Кбайт в области верхней памяти.

Принимаемые по умолчанию адреса памяти для ROM IPL и памяти для буфера обмена сетевого адаптера Token Ring приведены на рис. 5.23. Другие сетевые адаптеры, например Ethernet, могут иметь аналогичные адреса.

Поскольку сейчас в большинстве компьютеров устанавливаются видеоадаптеры VGA, на этом рисунке также показана стандартная область BIOS адаптера VGA. Принимаемые по умолчанию адреса можно легко изменить. ROM IPL и память для буфера обмена также используются в других сетевых адаптерах, хотя их емкость и начальные адреса могут быть иными. Из гнезда некоторых сетевых адаптеров можно вынуть микросхему ПЗУ, освободив тем самым соответствующие области верхней памяти и уменьшив вероятность возникновения конфликтов.

```
. – свободная область памяти
G – область памяти (видеопамять) графического режима адаптера VGA
M – область памяти (видеопамять) монохромного текстового режима адаптера VGA
C – область памяти (видеопамять) цветного текстового режима адаптера VGA
V – ROM BIOS адаптера VGA
I – IPL ROM сетевого адаптера Token Ring
N – область памяти под буфер обмена адаптера Token Ring
R – системная ROM BIOS

        : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0A0000: GGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGG
0B0000: MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
        : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0C0000: VVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVV................IIIIIIII.......
0D0000: ............................NNNNNNNNNNNN..............
        : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: ................................................................
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
```

Рис. 5.23. Принятая по умолчанию карта памяти сетевого адаптера Token Ring

На рис. 5.23 показано, что память для буфера обмена адаптера Token Ring расположена неудачно, что приводит к фрагментации верхней памяти. Но если ее перераспределить, этот недостаток будет устранен. Так, на рис. 5.24 показано оптимальное совместное размещение памяти для адаптеров Token Ring и SCSI.

Чтобы переместить область памяти буфера обмена, внимательно ознакомьтесь с технической документацией к адаптеру. На старых платах необходимо манипулировать переключателями и перемычками, а на новых, особенно на платах, соответствующих технологии Plug and Play, изменить конфигурацию можно либо с помощью поставляемого с адаптером программного обеспечения, либо с помощью программ настройки, входящих в состав операционных систем Windows 95/98, NT 5.0 и OS/2.

```
. – свободная область памяти
G – область памяти (видеопамять) графического режима адаптера VGA
M – область памяти (видеопамять) монохромного текстового режима адаптера VGA
C – область памяти (видеопамять) цветного текстового режима адаптера VGA
V – ROM BIOS адаптера VGA
S – ROM BIOS основного адаптера SCSI
I – IPL ROM сетевого адаптера Token Ring
N – область памяти под буфер обмена адаптера Token Ring
R – системная ROM BIOS

       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0A0000: GGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGG
0B0000: MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0C0000: VVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVSSSSSSSSSSSSSSNNNNNNNNNNNN
0D0000: IIIIIIIII.....................................................
       : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: .....................................................
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
```

Рис. 5.24. Оптимизированная карта памяти сетевого адаптера Token Ring и SCSI-адаптера

При такой конфигурации в вашем распоряжении оказывается единый свободный блок верхней памяти размером 120 Кбайт, в который можно загрузить различные драйверы. Если для сетевого адаптера и адаптера SCSI использовать адреса, предлагаемые по умолчанию, то область верхней памяти будет разбита на три участка (16, 40 и 64 Кбайт). Это вполне допустимый, но далеко не оптимальный вариант.

Заметьте, что программы настройки операционных систем Windows 95/98, NT 5.0 сами по себе не пытаются оптимизировать использование памяти, а лишь устраняют конфликты. Дело в том, что оптимизация приносит мало пользы в случае использования 32-разрядных драйверов.

Использование свободных участков верхней памяти для других целей. Помимо контроллеров жесткого диска, адаптеров SCSI и сетевых плат, сегменты C000 и D000 верхней памяти используются некоторыми *эмуляторами терминалов*, *устройствами аппаратной защиты*, *платами памяти* и др. Для одних устройств нужна память только под BIOS, а для других необходимо ОЗУ.

Системная BIOS. Последние 128 Кбайт зарезервированной памяти используются для *системной BIOS*, которая записана в микросхемах ПЗУ. В процессе загрузки программы BIOS управляют компьютером, а во время обычной работы они являются драйверами компонентов системы. Поскольку эти программы должны быть доступными сразу после включения компьютера, их нельзя загружать с диска. Ниже приведены основные операции, которые выполняют программы, записанные в микросхемах ПЗУ на системной плате.

- *Автотест при включении (POST)* — это процедуры, используемые для проверки системной платы, контроллеров дисковых накопителей, видеоадаптеров, клавиатуры и других компонентов компьютера. Тест POST значительно облегчает поиск неисправностей в системе.
- *Системный загрузчик* инициирует поиск операционной системы на гибком или жестком диске. Если операционная система найдена, то она загружается в память и ей передается управление компьютером.
- *Базовая система ввода-вывода BIOS* представляет собой программный интерфейс, или главную управляющую программу, для всех аппаратных средств компьютера. С помощью BIOS выполняемая программа может получить доступ к любому устройству

компьютера, вызывая при этом стандартный программный модуль BIOS, а не обращаясь непосредственно к самому устройству.

- *Программа CMOS Setup* — управляемая с помощью меню прикладная программа, которая используется при конфигурации системы. Она обычно активизируется при начальной загрузке. Эта программа устанавливает основные параметры конфигурации системы и возможности базовой системы ввода-вывода, системной платы и набора микросхем системной логики, средств защиты (пароли) и в некоторых случаях выполняет простейшие программы диагностики. Не во всех компьютерах программа CMOS Setup хранится в ПЗУ; в некоторых компьютерах она загружается с гибкого или жесткого диска.

Сегменты E000 и F000 в карте распределения памяти считаются зарезервированными для системной программы BIOS, но вся область используется только в некоторых компьютерах класса AT. В компьютерах класса PC/XT занят только сегмент F000, а сегмент E000 можно использовать для ПЗУ или ОЗУ адаптеров. Во многих компьютерах класса AT сегмент F000 полностью занят BIOS, а сегмент E000 считается занятым, но не используется. Захватывая этот сегмент, системная плата AT берет на себя управление соответствующими адресами, что не позволяет использовать эту область для других целей. Другими словами, ни один из адаптеров не может воспользоваться адресами этого сегмента. Именно поэтому в большинстве адаптеров конфигурация сегмента E000 не предусмотрена. Фактически, пространство памяти объемом 64 Кбайт оказывается потерянным, но процессоры 386 и последующие с помощью своих устройств управления памятью могут отобразить часть дополнительной памяти в сегмент E000 как блок верхней памяти и использовать его для загрузки программ. Лучше использовать этот сегмент таким образом, чем вообще его потерять! В DOS подобные функции реализуются драйвером EMM386.EXE.

BIOS компьютеров PC/XT. В микросхемах BIOS системной платы записано довольно много программ, но размещаются они в основном в небольшой области памяти. Использование сегментов E000 и F000 для размещения системных программ ROM BIOS показано ниже.

На рис. 5.25 приведена карта распределения памяти BIOS в компьютерах PC и XT с системной платой типа 1 (256 Кбайт).

```
. – свободная область памяти
b – область ROM интерпретатора встроенного языка BASIC
R – системная ROM BIOS

      : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: . . . . . .
0F0000: . . . . . .bbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbRRRRRR
```

Рис. 5.25. Карта памяти и размещение области системной ROM BIOS в первых компьютерах IBM PC и XT

Карта распределения памяти ROM BIOS в компьютерах класса XT с системной платой на 640 Кбайт, а также в компьютерах PS/2 моделей 25 и 30 показана на рис. 5.26. Здесь область BIOS значительно расширена по сравнению с первыми PC и XT. Отметим, что встроенный интерпретатор BASIC по-прежнему размещен по тем же адресам.

```
. – свободная область памяти
b – область ROM интерпретатора встроенного языка BASIC
R – системная ROM BIOS

      : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: ................................................................
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbRRRRRR
```

Рис. 5.26. Карта памяти и размещение области системной ROM BIOS в компьютерах IBM XT типа 2 и PS/2 моделей 25 и 30

Распределение системной ROM BIOS для большинства PC/XT-совместимых компьютеров приведено на рис. 5.27. В этих компьютерах отсутствует встроенный интерпретатор BASIC, помещаемый во все IBM BIOS.

```
. – свободная область памяти
R – системная ROM BIOS компьютеров XT

      : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: ................................................................
0F0000: ........................RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
```

Рис. 5.27. Карта памяти и размещение области системной ROM BIOS для PC/XT-совместимых компьютеров

BIOS компьютеров AT. На рис. 5.28 показана карта распределения памяти системной BIOS для компьютеров AT и XT-286.

```
. – свободная область памяти
b – область ROM интерпретатора встроенного языка BASIC
R – системная ROM BIOS

      : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: ................................................................
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbRRRRRR
```

Рис. 5.28. Карта памяти и размещение области системной ROM BIOS в компьютерах IBM AT и XT-286

На рис. 5.29 приведена карта памяти системной ROM BIOS большинства AT-совместимых компьютеров. В них отсутствует встроенный интерпретатор BASIC, но предусмотрена программа настройки SETUP.

```
. – свободная область памяти
R – системная ROM BIOS

      : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: ................................................................
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
```

Рис. 5.29. Карта памяти и размещение области системной ROM BIOS в большинстве AT-совместимых компьютеров

Отметим, что в стандартном AT-совместимом компьютере область BIOS занимает только сегмент F000 (64 Кбайт). В большинстве случаев сегмент E000 полностью свободен, и его можно использовать в качестве блока верхней памяти.

BIOS компьютеров PS/2. Карта распределения памяти системной BIOS в компьютерах PS/2 тех моделей, в которых установлен процессор 286 и выше, включая компьютеры с шинами ISA и MCA, приведена на рис. 5.30. Размер области BIOS значительно увеличен за счет добавления драйверов VGA (в компьютерах PS/2 есть встроенные адаптеры VGA) и программ для работы компьютера в защищенном режиме.

```
. — свободная область памяти
b — область ROM интерпретатора встроенного языка BASIC
R — системная ROM BIOS

      : 0 - - 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 - - 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - A - - B - - C - - D - - E - - F - -
0E0000: RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbRRRRRR
```

Рис. 5.30. Карта памяти и размещение области системной ROM BIOS в компьютерах PS/2

В новейших компьютерах PS/2 интерпретатор встроенного BASIC отсутствует, а его место занимают дополнительные программы BIOS.

В компьютерах PS/2 с процессорами 286 и последующими устанавливается *ABIOS* (*Advanced BIOS — расширенная BIOS*), необходимая для работы в защищенном режиме с такими операционными системами, как OS/2. Компьютеры без ABIOS также могут работать с OS/2, но они должны предварительно загружать аналогичную программу с диска.

Для того чтобы некоторые совместимые компьютеры с накопителем стандарта SCSI могли работать с OS/2, необходим специальный драйвер защищенного режима, поскольку встроенная BIOS на плате основного адаптера SCSI рассчитана только на работу в реальном режиме. SCSI-адаптеры фирмы IBM уникальны в том смысле, что их встроенная BIOS содержит программы для реального и защищенного режимов и они работают с любой операционной системой без дополнительных драйверов. На самом деле это не такое уж большое достоинство, поскольку драйвер для защищенного режима можно загрузить и с диска в процессе запуска OS/2 (загрузка выполняется в реальном режиме). Многие процедуры первой ABIOS усовершенствованы и загружаются именно с диска. Поскольку дополнительные функции ABIOS фактически не используются, у нее нет никаких преимуществ по сравнению с обычными версиями.

Дополнительная (extended) память

Как мы уже говорили, процессор 286 и последующие может использовать память объемом более 1 Мбайт. В компьютерах с процессорами 286 и 386SX объем оперативной памяти может достигать 16 Мбайт, а с процессорами 386DX, 486, Pentium или Pentium MMX — 4 Гбайт (4096 Мбайт). Для систем на базе новых процессоров Pentium II максимальный объем памяти составляет 64 Гбайт (65536 Мбайт).

Для адресации памяти за пределами первого мегабайта процессор должен работать в *защищенном режиме* (естественном режиме для новых процессоров). В компьютерах с процессором 286 дополнительную память могут использовать только программы, предназначенные для работы в защищенном режиме. Однако в системах на основе МП 386 и последующих существует еще один режим, называемый *виртуальным*. Этот режим позволяет разбить дополнительную память на блоки по 1 Мбайт (каждый из которых используется для работы в своем реальном режиме) и одновременно выполнять несколько программ в защищенных областях памяти. Каждая из одновременно выполняющихся DOS-программ ограничивается барьером 640 Кбайт, поскольку в каждой области моделируется среда реального режима со своими экземплярами BIOS

и области верхней памяти. Для одновременного выполнения нескольких программ в виртуальном режиме (называемом иногда *многозадачным*) необходима специальная программа, координирующая их работу. Такими функциональными возможностями обладают системы OS/2, Windows 95 и Windows NT.

Процессоры 286 и последующие могут работать и в *реальном режиме*, в котором обеспечивается полная совместимость с процессором 8088 компьютеров класса PC/XT. В реальном режиме на компьютере класса AT можно выполнять только одну программу DOS, как и на компьютере класса PC/XT. Но на самом деле компьютеры класса AT (особенно с процессорами 386, 486, Pentium и P6) в реальном режиме функционируют несколько иначе. Процессор 286 может эмулировать CPU 8086 или 8088, но не может одновременно работать в защищенном режиме. Процессоры 386 и выше поддерживают виртуальный режим одновременно с защищенным. Это позволяет выполнять программы в реальном режиме под управлением операционных систем типа OS/2 и Windows NT, функционирующих в защищенном режиме.

Замечание

Под дополнительной памятью обычно подразумевается вся память за пределами первого мегабайта, которая становится доступной только при работе процессора в защищенном режиме.

Спецификация XMS. *Спецификация дополнительной памяти XMS (eXtended Memory Specification)* была разработана в 1987 году фирмами Microsoft, Intel, AST Corp. и Lotus Development. Она определяет способ получения программами доступа к дополнительной памяти. Эта спецификация предназначена для компьютеров с процессорами 286 и последующими и позволяет программам, работающим в реальном режиме (например, выполняемым под управлением DOS), использовать дополнительную память и еще один блок, обычно недоступный для DOS.

До появления XMS не было способа координации работы программ, которые переключали процессор в защищенный режим и использовали дополнительную память. Ни одна из программ не могла узнать, что делает с дополнительной памятью другая, поскольку она не "видела" этой памяти из своего реального режима. Главным арбитром стал *драйвер HIMEM.SYS.* Сначала он забирает всю дополнительную память в свое распоряжение, а затем выделяет ее программам, соблюдающим протокол XMS. Благодаря этому некоторые программы, использующие XMS-память, могут одновременно на одном компьютере работать под управлением DOS, периодически переключая процессор в защищенный режим для получения доступа к памяти. Протокол XMS запрещает программе доступ к той области памяти, которая используется другой программой. Поскольку среда Windows 3.x является диспетчером программ, который при одновременном выполнении нескольких программ переключает процессор в защищенный режим и обратно, для функционирования Windows требуется XMS-память. Windows 95 в основном работает в защищенном режиме, однако переключается в реальный режим для получения доступа к системным ресурсам. Windows NT и OS/2 являются операционными системами, работающими исключительно в защищенном режиме.

Организовать дополнительную память по спецификации XMS можно, загрузив соответствующий драйвер в файле CONFIG.SYS. Наиболее распространенной является программа HIMEM.SYS, которая входит в состав Windows и последних версий DOS (в том числе и DOS 6). Существуют и другие диспетчеры памяти, например QEMM, которые также загружаются как драйверы из файла CONFIG.SYS и организуют дополнительную память в соответствии со спецификацией XMS.

Область верхних адресов HMA и линия A20. *Область верхних адресов HMA (High Memory Area)* — это участок памяти, объем которого на 16 байт меньше 64 Кбайт, причем расположен этот участок в самом начале первого мегабайта дополнительной памяти. Эту область можно использовать для загрузки драйверов устройств и резидентных программ, что

позволяет освободить часть основной памяти для программ реального режима. Одновременно в область HMA можно загрузить только один драйвер или одну резидентную программу, независимо от их размера. Первоначально туда можно было загрузить любую программу, но затем фирма Microsoft решила, что преимущество должно оставаться за DOS, и предусмотрела эту возможность в DOS 5.x и следующих версиях.

Область верхних адресов особенно необходима тем пользователям, которые работают с DOS версии 5 и выше, поскольку в эту область можно переместить ядро операционной системы (приблизительно 45 Кбайт). Для этого следует загрузить XMS-драйвер (например, HIMEM.SYS) и добавить строку `DOS=HIGH` в файл CONFIG.SYS. Этот прием освобождает для программ реального режима 45 Кбайт основной памяти, перемещая часть программного кода DOS в первый сегмент дополнительной памяти. Хотя эта область должна была быть доступной только в защищенном режиме, ошибка разработчиков процессора 286 (которая в последующих процессорах была представлена как достоинство) привела к тому, что появилась возможность обращаться почти ко всему первому сегменту дополнительной памяти в реальном режиме.

За использование HMA отвечает драйвер HIMEM.SYS (или его аналог). История о том, как эта память стала доступной, довольно интересна, поскольку она, как уже было сказано, связана с ошибкой в схеме процессора 286. Эта ошибка затем умышленно была повторена в процессорах 386, 486 и Pentium.

Начнем с того, что в процессорах фирмы Intel адреса памяти определяются наложением сегмента и смещения. Если сначала задать сегмент адреса FFFF (сам по себе он определяет адрес FFFF0, который находится на расстоянии 16 байт от конца первого мегабайта), а затем — смещение FFFF, равное 64 Кбайт, получится следующий адрес памяти:

```
    FFFF      (сегмент)
+   FFFF      (смещение)
   ----------
= 10FFEF      (линейный адрес)
```

Получить такой адрес в процессорах 8086 и 8088 невозможно, поскольку у них только 20 линий адреса. При этом старший разряд подобного адреса отбрасывается, и в данном случае получается 0FFEF. Это обращение — в область младших адресов, а точнее — на 16 байт от конца первого сегмента в 64-й Кбайт первого мегабайта памяти. Проблема возникла из-за того, что процессор 286 и последующие при работе в реальном режиме должны были действовать аналогично и возвращать адреса в начало первого мегабайта. Ошибка в схеме процессора привела к тому, что линия адреса 21 (т.е. линия A20) оставалась активной, а это позволяло адресовать в реальном режиме ячейки памяти, расположенные на расстоянии 16 байт от конца первого сегмента размером 64 Кбайт во втором мегабайте, хотя предполагалось, что эта возможность будет предоставляться только в защищенном режиме. Таким образом, эта ошибка при разработке ИС позволила адресовать первые 64 Кбайт дополнительной памяти.

Поскольку данная ошибка вызывала проблемы в работе многих программ реального режима, при проектировании компьютера класса AT был найден способ отключения линии A20 в реальном режиме и ее активизации в защищенном. Для этого было использовано несколько свободных контактов контроллера клавиатуры 8042 на системной плате. Этот контроллер предназначался для обработки скэн-кодов клавиатуры и их передачи в процессор, но часть его выводов при реализации этой основной функции не была использована. Инженеры фирмы IBM нашли способ заставить контроллер включать и выключать линию A20, что позволило дефектному процессору 286 в реальном режиме точно повторять функции процессоров 8086 и 8088.

В фирме Microsoft догадались, что можно заставить контроллер 8042 снова включать линию A20 и использовать дефект процессора для доступа к первым 64 Кбайт (без 16 байт) дополнительной памяти, не прибегая к длительному и сложному переключению в защищенный режим. В результате появились драйверы HIMEM.SYS и HMA. Драйвер HIMEM.SYS должен следить за системой и либо выключать линию A20 для совместимости с некоторыми программами, либо включать ее для обращения к HMA и работы в защищенном режиме. По существу, драйвер HIMEM.SYS является управляющей программой для линии A20 (через контроллер 8042).

Расширенная (expanded) память

В некоторых старых программах может использоваться еще одна разновидность памяти — *расширенная память EMS (Expanded Memory Specification)*. В отличие от основной (в пределах первого мегабайта) и дополнительной (от 2 до 16 или 4096 Мбайт) памяти, расширенную память процессор непосредственно адресовать не может. К ней можно обращаться только через небольшое окно размером 64 Кбайт, образуемое в области верхней памяти. Расширенная память — это один из многих коммутируемых сегментов специальной дополнительной платы памяти, на которой, помимо микросхем ОЗУ, установлены собственные схемы переключения и адресации. Плате EMS-памяти отводится свободный сегмент верхней памяти. После заполнения этих 64 Кбайт данными плата сама заменяет использованный сегмент новым, пустым. Сегменты переставляются циклически, заполняясь по мере необходимости. Поскольку одновременно можно работать только с одним сегментом, EMS-память оказывается очень неэффективной для хранения программных кодов и используется только для хранения данных. Окно для EMS-памяти обычно располагается в сегменте D000 (в пределах первого мегабайта). Этот адрес выбрали потому, что он не используется большинством адаптеров.

Фирмы Lotus, Intel и Microsoft создали для расширенной памяти спецификацию LIM (LIM EMS). Программы, использующие EMS-память, разрабатываются специально (с учетом обмена сегментов), и в указанный сегмент обычно записываются только данные, поскольку он находится за пределами доступного для DOS непрерывного пространства памяти размером 640 Кбайт. Например, невозможно выполнить программу, код которой записан в сегменте, выведенном в определенное время из окна, так как процессор его "не видит". Одним словом, расширенная память полезна только в тех компьютерах, в которых нет дополнительной памяти (т.е. адресуемой процессором).

Расположение расширенной, основной и дополнительной памяти показано на рис. 5.31.

Спецификация EMS была разработана для 8-разрядных компьютеров и оказалась для них очень полезной, поскольку в них не была предусмотрена дополнительная память. Однако в компьютерах с процессором 286 и последующими может быть установлено свыше 15 Мбайт дополнительной памяти, которая намного эффективнее, чем громоздкая и медленно работающая EMS, поэтому расширенная память сейчас устарела и не выпускается. Если у вас есть "антикварные" программы, работающие с расширенной памятью, приобретите их новые версии, которые могут использовать дополнительную память. Можно, конечно, воспользоваться возможностями устройств управления памятью для процессоров 386 и последующих версий, чтобы заставить дополнительную память играть роль расширенной, но этот прием рекомендуется применять только тогда, когда не удается непосредственно использовать дополнительную память. Драйвер EMM386.EXE может преобразовать дополнительную память в расширенную. Изначально он разрабатывался именно для этого, но сейчас его применяют в основном для отображения дополнительной памяти в области верхней памяти и загрузки в нее других драйверов. EMM386.EXE входит в состав DOS (начиная с версии 5.0) и Windows. Если у вас есть несколько его версий, то лучше работайте с последней.

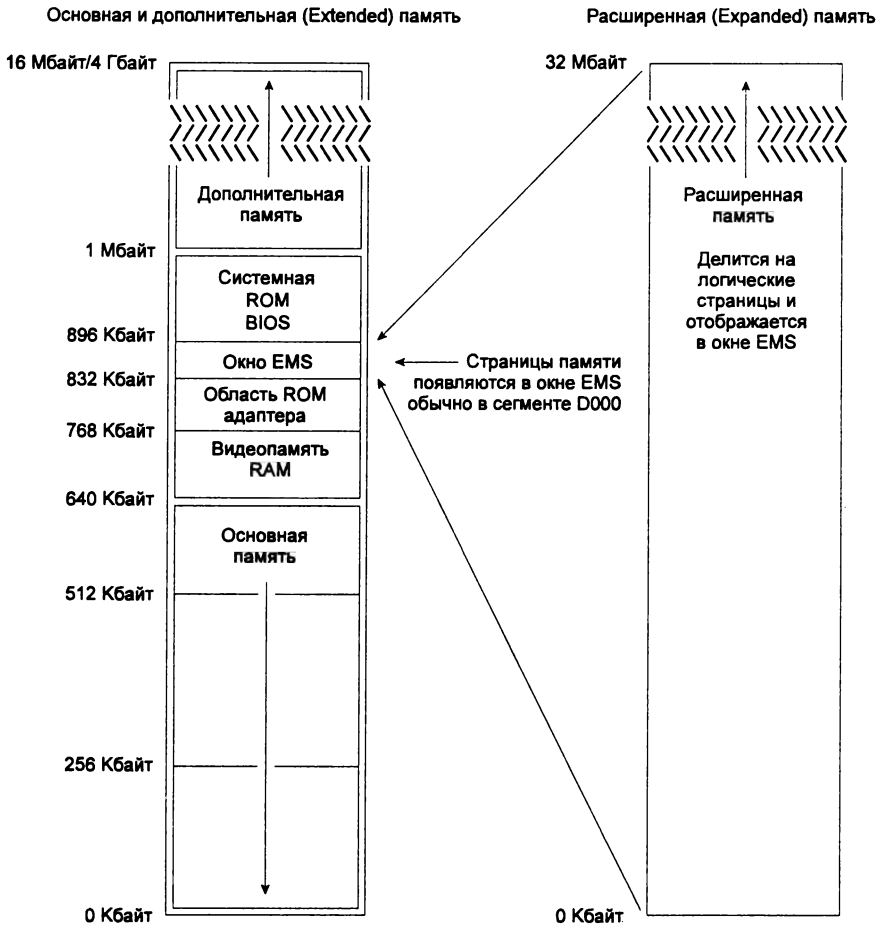


Рис. 5.31. Основная, дополнительная и расширенная память

Предотвращение конфликтов и пересечения областей ROM BIOS

Напомним, что сегменты C000 и D000 зарезервированы для ПЗУ и ОЗУ адаптеров. Если адреса ПЗУ или ОЗУ каких-нибудь двух адаптеров пересекаются, скорее всего, ни один из них работать не будет. Если вы снимете или отключите один из адаптеров, работоспособность второго восстановится, но использовать их совместно будет невозможно.

Если адаптеров много, можно изменить используемые каждым из них области памяти путем перестановки перемычек и переключателей или модификации программ-драйверов. При этом их можно будет совместить в одном компьютере. Подобные конфликты осложняют поиск неисправностей. Вам придется внимательно изучить документацию к каждому адаптеру и определить, какие адреса памяти для него используются и как нужно их изменить для того, чтобы добиться совместимости плат. В большинстве случаев проблему удается решить с помощью упомянутых выше перестановок и изменений в программах.

Вы должны убедиться, что платы адаптеров не используют одни и те же линии запросов прерываний, каналы прямого доступа к памяти и адреса портов ввода-вывода. Для того чтобы избежать конфликтов между адаптерами, составьте таблицу конфигурации компьютера и отметьте в ней те ресурсы, которые используются каждым из установленных адаптеров. В ре-

зультате получится схема распределения ресурсов с учетом потребностей установленных адаптеров, которая позволит не только предвидеть возникновение конфликтов, но и пригодится, если вы решите приобрести новый адаптер.

Если ваша система поддерживает функциональные возможности технологии Plug and Play и вы используете соответствующие адаптеры, то для предотвращения конфликтов между адаптерами можно просто сместить используемые ими области памяти. К сожалению, эта процедура все равно требует тщательного изучения инструкций для определения оптимального расположения используемой области памяти.

Затенение ROM

В компьютерах с микропроцессорами 386 и последующими обмен данными с памятью осуществляется по 32- или 64-разрядным шинам, а обращение к ROM BIOS — только по 16-разрядным. Более того, адаптеры с собственными BIOS могут обращаться к системной памяти лишь по 8-разрядной шине. Очевидно, что 16- или 8-разрядный доступ к памяти становится основной причиной снижения производительности быстродействующих компьютеров. Кроме того, скорость работы микросхем ПЗУ значительно ниже быстродействия существующих микросхем динамических ОЗУ. Например, задержка выборки данных лучших из существующих ИС ПЗУ составляет 150–200 нс, а аналогичный параметр для используемых ИС ОЗУ не превышает 60 нс. Из-за низкого быстродействия микросхем ПЗУ любое обращение к хранящимся в них программам или данным заставляет процессор вводить много дополнительных состояний ожидания. Это значительно снижает производительность компьютера, поскольку программы-драйверы, интенсивно используемые DOS, хранятся в ПЗУ (системной ROM BIOS) и в ROM BIOS многих плат адаптеров. Выходом из положения стало копирование содержимого 8- и 16-разрядных микросхем ПЗУ в более быстродействующую 32-разрядную основную память. Этот прием называется *затенением ROM* (*shadowing*).

Почти во всех компьютерах с процессорами 386 и последующими можно выделить так называемую *затеняемую память* для областей ROM системной платы и плат некоторых адаптеров. При этом коды программ копируются из "медленных" микросхем ПЗУ в быстродействующую 32-разрядную системную память. Такой прием значительно сокращает время выполнения процедур BIOS (иногда в 4–5 раз). Затененная память создается внутренним устройством управления памятью (MMU) процессора, которое копирует код ROM (ПЗУ) в определенную область RAM (ОЗУ) и присваивает ей те же адреса, по которым сначала располагалась ROM. При этом сами ИС ROM отключаются. Часть системной области RAM, которая теперь рассматривается процессором как область ROM, защищена от записи, но, разумеется, работает значительно быстрее. В большинстве компьютеров предусмотрено создание программой SETUP затененной памяти для системной BIOS (обычно в сегменте F000) и BIOS видеоадаптера (первые 32 Кбайт сегмента C000). В некоторых системах разработчики пошли дальше и дополнили затененную память блоками размером по 16 Кбайт для заполнения сегментов C000 и D000.

Замечание

При создании затененной памяти для определенного диапазона адресов все, что находится по этим адресам при первоначальной загрузке компьютера, копируется в затененную область RAM без возможности ее дальнейшего изменения. Если в указанном диапазоне адресов расположена область памяти для буфера обмена сетевого адаптера, то он перестанет функционировать. Поэтому затененную память можно организовывать для тех адресов, по которым расположены только области ROM, но никак не области RAM.

В некоторых компьютерах организация затененной памяти возможна только для областей системной BIOS и BIOS видеоадаптера. Чтобы создать затененную память для любого диапазона адресов, воспользуйтесь драйвером EMM386.EXE, входящим в DOS и Windows. Однако сначала следует использовать все возможности создания затененной области памяти, предоставляемые самим компьютером. При этом будет использоваться та память, которая в других случаях остается невостребованной. Применение для организации затененной памяти внешнего диспетчера, например EMM386.EXE, приведет к потере небольшого фрагмента дополнительной памяти, равного объему затеняемой памяти.

Если в некотором диапазоне адресов вы создали затененную область памяти и перестал работать один или несколько адаптеров или даже весь компьютер, то, вероятно, в этот диапазон попала страница рабочей памяти или какая-нибудь другая область памяти, доступ к которой теперь становится невозможным. В этом случае для восстановления работоспособности системы придется отключить затененную память. Если вы точно определите, по каким адресам верхней памяти располагаются области ROM, а по каким — области RAM, то сможете выделить затененную память только для необходимых адресов (адресов ROM).

Заметьте, что затенение ROM не играет большой роли в 32-разрядных операционных системах, так как они загружают 32-разрядные драйверы, а 16-разрядные используют только при начальной загрузке.

Установленная и доступная память

Многие пользователи не совсем осознают то, что не вся приобретаемая и устанавливаемая в компьютер память (например, модули SIMM) будет доступной. Из-за некоторых особенностей структуры компьютеров обычно приходится жертвовать небольшой областью памяти вплоть до 384 Кбайт, чтобы организовать доступ к верхней памяти.

Например, в большинстве компьютеров с объемом установленных микросхем памяти 4 Мбайт (4096 Кбайт) во время выполнения процедуры POST или программы SETUP выводится сообщение только о 3712 Кбайт, а 384 Кбайт (4096–3712=384) памяти куда-то пропадает! В остальных компьютерах с таким же объемом установленной памяти (4 Мбайт) сообщается о наличии 3968 Кбайт, т.е. исчезает всего 128 Кбайт.

Если выполнить программу SETUP и проверить основную и дополнительную память, то можно получить больше информации, чем приводится в кратком сообщении теста POST. В большинстве систем с объемом памяти 4 Мбайт будет обнаружено 640 Кбайт основной и 3072 Кбайт дополнительной памяти. Иногда программа SETUP сообщает о 640 Кбайт основной памяти и 3328 Кбайт дополнительной, что уже несколько лучше. Другими словами, память большинства компьютеров оказывается "укороченной" на 384 Кбайт, а память остальных — только на 128 Кбайт.

Объяснить это явление довольно трудно, хотя оно наблюдается в каждом компьютере. Предположим, что в компьютере с процессором 486 установлено два 72-контактных (36-разрядных) модуля SIMM по 1 Мбайт каждый. При этом общая память (2 Мбайт) разделяется на два отдельных банка, поскольку шина данных процессора — 32-разрядная, а для каждых восьми разрядов данных необходим дополнительный один контрольный разряд четности (получается 36 разрядов). Каждый модуль SIMM представляет собой один банк. Отметим, что в самых дешевых компьютерах с процессором 486 используются 30-контактные (9-разрядные) модули SIMM, т.е. каждый банк состоит из четырех модулей. Первому банку (или модулю SIMM в рассматриваемом случае) присваиваются адреса, начиная с 0000000 (первый мегабайт), а второму — с 1000000 (17-й мегабайт).

Один из основополагающих принципов организации памяти заключается в том, что нельзя присваивать двум физическим устройствам одни и те же адреса. Это означает, что 384 Кбайт в первом банке памяти в нашей ситуации вступает в конфликт с видеопамятью (сегменты A000 и B000), областями ROM различных адаптеров (сегменты C000 и D000) и,

естественно, с областью ROM системной платы (сегменты E000 и F000). Поэтому все области RAM модуля SIMM, которые располагаются по этим адресам, необходимо отключить, иначе компьютер не будет работать. Для решения проблемы разработчики системных плат используют различные методы, три из которых приведены ниже.

- Быстродействующие области RAM используются для хранения копий содержимого "медленных" областей ROM (т.е. для организации затененной памяти); сами области ROM при этом отключаются.
- Отключаются все области RAM, которые не используются для затененной памяти, что предотвращает все возможные конфликты в области верхней памяти.
- Области RAM, не используемые для затененной памяти, переадресуются таким образом, чтобы их можно было добавить к имеющейся дополнительной памяти.

В большинстве компьютеров организуется затененная память только для ROM системной платы (64 Кбайт) и видеопамяти (32 Кбайт), а остальная область RAM отключается. Для некоторых областей ROM системной платы можно выделить дополнительную затененную память в диапазоне адресов C8000–DFFFF (шаг приращения обычно равен 16 Кбайт).

Замечание

Напомним, что организовать затененную память можно только для области ROM, но не для области RAM. Если для какой-либо платы (например, сетевой) предусмотрена буферная область RAM в диапазоне C8000–DFFFF, то эти адреса должны быть исключены при создании затененной памяти, иначе плата работать не будет. По этой же причине нельзя организовать затененную память для области A0000–BFFFF, отведенной для видеопамяти.

В большинстве системных плат переадресация RAM не выполняется, поэтому память, которая осталась от 384 Кбайт и не была использована для затененной памяти, просто теряется. Вот почему кажется, что создание затененной памяти не требует дополнительных ресурсов. В большинстве компьютеров память, не используемая в затенении, просто отключается, и доступный объем оказывается на 384 Кбайт меньше установленного. В рассматриваемом нами примере при отсутствии переадресации основная память окажется равной 640 Кбайт, а дополнительная — 1024 Кбайт, т.е. размер доступной области RAM составит всего 1664 Кбайт, что на 384 Кбайт меньше установленного.

В более совершенных компьютерах в затененную память записывается все что угодно, а все неиспользованные сегменты преобразуются в дополнительную память. Например, в компьютерах класса PS/2 формируется затененная память для системной BIOS (E0000–FFFFF, 128 Кбайт), а оставшаяся часть модуля SIMM первого банка (256 Кбайт в диапазоне A0000–DFFFF) используется по адресу, следующему за последним установленным банком. Отметим, что в компьютерах класса PS/2 BIOS видеоадаптера включена в системную BIOS (адреса E0000–FFFFF), поэтому отдельная затененная память для BIOS видеоадаптера, в отличие от других компьютеров, здесь не нужна. В первом примере (два 36-разрядных модуля SIMM по 1 Мбайт) те 256 Кбайт, которые не используются для затененной памяти, можно было бы переместить в диапазон адресов 2000000–203FFFF, т.е. в начало третьего мегабайта. Это скажется на диагностике, поскольку обнаруженная ошибка памяти по адресам 2000000–203FFFF будет означать неисправность первого модуля SIMM, хотя эти адреса и относятся к концу объема установленной памяти. Адреса 1000000–1FFFFFF соответствуют второму модулю SIMM, а основная память размером 640 Кбайт, расположенная по адресам 0000000–009FFFF, находится в первом модуле SIMM. Как видите, не так-то все просто в распределении адресов!

Конфигурация и оптимизация памяти адаптеров

В идеале, платы адаптеров должны соответствовать стандарту Plug and Play (т.е. плату нужно просто вставить в слот и воспользоваться ее возможностями). Однако зачастую платы адаптеров спроектированы так, как будто в компьютере больше ничего нет и быть не может. При установке в компьютер нового адаптера сначала нужно знать, какие адреса верхней памяти, линии IRQ и каналы ПДП (DMA) уже используются в системе, а затем настроить новый адаптер так, чтобы он не конфликтовал с установленными платами.

Платы адаптеров используют верхнюю память для своих BIOS и в качестве рабочих областей ОЗУ. Если две платы пытаются использовать одну и ту же область верхней памяти, возникает конфликт, который может препятствовать даже первоначальной загрузке компьютера. Ниже описано, как избежать потенциальных конфликтов и что делать, если они уже возникли. Будут рассмотрены способы перемещения памяти адаптеров для ликвидации конфликтов и приведены некоторые соображения по поводу оптимизации использования адаптерами системной памяти.

Проще всего установить адаптеры в компьютеры с шинами EISA и MCA, поскольку эти типы шин автоматически настраивают платы адаптеров. Это означает, что вначале определяются необходимые адреса верхней памяти, линии IRQ и каналы ПДП (DMA), а затем адаптеры настраиваются с учетом их общих потребностей.

Как определить, какие области верхней памяти используются адаптерами? Это можно выяснить одним из двух способов.

- Прочесть документацию ко всем адаптерам и выяснить, какие адреса памяти они используют.
- Запустить специальную программу диагностики.

Второй способ несколько проще (и надежнее). В качестве примера может служить программа *Microsoft Diagnostic* (*MSD*), которая входит в состав Windows 3.x и DOS 6 (а также в более поздние версии). Эту программу можно найти на BBS Microsoft. Данная утилита анализирует конфигурацию компьютера и определяет не только области верхней памяти, используемые адаптерами, но и используемые ими IRQ.

После выполнения MSD или другой подобной программы распечатайте результаты ее работы. Решив установить новый адаптер, вы сможете по распечатке определить, будет ли он конфликтовать с установленными устройствами.

Перемещение областей памяти адаптеров для устранения конфликтов. При возникновении конфликта вам придется изменить характеристики одного или нескольких адаптеров, переместив области используемой ими памяти.

Для большинства плат адаптеров процедура перемещения памяти довольно проста и сводится к изменению положения перемычек или переключателей, предназначенных для этой цели. В остальных случаях для устранения конфликта необходимо выполнить приведенную ниже последовательность действий.

1. Определите и запишите адреса верхней памяти, используемые платами адаптеров.
2. Посмотрите, не пересекаются ли какие-нибудь из этих адресов, что всегда приводит к конфликту.
3. Выясните из документации, какие параметры плат можно изменить так, чтобы все платы использовали уникальные адреса памяти.
4. Измените параметры соответствующих адаптеров таким образом, чтобы не возникали конфликты из-за адресов памяти.

Если, например, один из адаптеров использует адреса верхней памяти C8000–CBFFF, а другой — адреса CA000–CCFFF, то, возможно, возникнет конфликт, и какие-то адреса придется изменить.

Оптимизация использования памяти адаптеров. Каждый адаптер должен быть настроен так, чтобы используемые им адреса верхней памяти располагались сразу за адресами, занятыми предыдущим адаптером, без приводящего к конфликту пересечения. Подобная организация верхней памяти более логична и упрощает загрузку программ-драйверов и резидентных программ в свободную верхнюю память. Однако так бывает далеко не всегда. Часто между участками памяти, используемыми адаптерами, остается свободное пространство, что, конечно, лучше, чем пересечения, но это не способствует улучшению использования верхней памяти.

Если вы хотите "выжать" из верхней памяти как можно больше, изучите документацию к каждому установленному в вашей системе адаптеру и выясните, как можно уплотнить верхнюю память.

Использование свободной верхней памяти

В компьютерах с процессорами 386 и последующими резидентные программы и драйверы можно загружать в верхнюю память с помощью диспетчера памяти, например программы MEMMAKER, входящей в DOS, начиная с версии 6, или QEMM фирмы Quarterdeck. Эти программы анализируют установленные резидентные программы и драйверы, определяют их потребности в памяти и находят оптимальный способ размещения драйверов и программ в верхней памяти, освобождая при этом занятую ими основную память.

Работать с программами MEMMAKER и QEMM довольно просто. На всякий случай создайте резервные копии файлов CONFIG.SYS и AUTOEXEC.BAT: они вам пригодятся, если вы захотите восстановить прежнюю конфигурацию компьютера. Запустите либо MEMMAKER из командной строки DOS, либо QEMM с дискеты. Обе программы загружают указанные в файле CONFIG.SYS драйверы, а затем оптимизируют конфигурацию памяти компьютера. Они освобождают основную память, причем в автоматическом режиме QEMM делает это лучше, чем большинство подобных программ. Однако, используя только обычные драйверы DOS HIMEM.SYS и EMM386.EXE, вы сами можете так распределить память, как ни одна программа!

В первый мегабайт памяти должны загружаться только программы-драйверы, работающие в реальном режиме. Поскольку драйверы реального режима имеют 16-разрядный код, они не могут располагаться в дополнительной памяти (в реальном режиме доступен только первый мегабайт памяти). DOS и Windows 3.*x*, являющиеся 16-разрядными операционными системами, запускают драйверы в реальном режиме и требуют оптимизации распределения основной памяти. Учитывая количество существующих (и используемых) драйверов, будет очень сложно разместить их в верхней памяти, оставив при этом достаточно свободной основной памяти для запуска приложений.

В последних операционных системах дело обстоит несколько иначе. Windows 95, например, использует главным образом 32-разрядный код и драйверы защищенного режима, хотя имеет некоторые 16-разрядные фрагменты. Windows NT и OS/2 являются полностью 32-разрядными операционными системами, и все их драйверы и приложения используют 32-разрядный код. Если вы работаете исключительно с 32-разрядными программами, то вопрос оптимизации первого мегабайта для вас не актуален, так как программы в защищенном режиме могут загружаться в дополнительную память.

В следующих разделах будут рассмотрены программы для управления памятью и ее оптимизации и способы оптимизации основной памяти. Будет рассказано и о других способах конфигурации памяти компьютера. Отметим, что программа MEMMAKER может перемещать программы-драйверы и резидентные программы в верхнюю память только при использовании HIMEM.SYS и EMM386.EXE. В двух следующих разделах речь пойдет о том, как с помощью HIMEM.SYS и EMM386.EXE распределить расширенную и дополнительную память.

Замечание

Если вы используете старые 16-разрядные приложения DOS в операционных системах Windows 95, NT и OS/2, то столкнетесь с проблемой оптимизации. В этом случае приложение запускается в окне DOS, которое, используя виртуальный режим процессора, может эмулировать первый мегабайт рабочего пространства реального режима. Используя 32-разрядные операционные системы, можно оптимальным образом настроить окно DOS.

Драйвер HIMEM.SYS. Этот драйвер появился в DOS, начиная с версии 4.0. Для конфигурации дополнительной памяти в соответствии со спецификацией XMS используется Windows. Благодаря этому драйверу появилась возможность использовать первые 64 Кбайт дополнительной памяти как область HMA. Драйвер HIMEM.SYS загружается при добавлении соответствующей строки в файл CONFIG.SYS.

Спецификация XMS была разработана компаниями Microsoft, Intel, ASR Corp. и Lotus Development в 1987 году и предоставляет программам доступ к памяти, расположенной выше первого мегабайта, в компьютерах с процессорами 286 и выше. Она также позволяет программам, работающим в реальном режиме (под управлением DOS), использовать дополнительную память несколькими способами.

Программа EMM386.EXE. Эта программа входит в состав DOS, начиная с версии 5.0, и предназначена в основном для преобразования части XMS-памяти (дополнительной памяти, находящейся в распоряжении HIMEM.SYS) в свободные участки верхней памяти. Это позволяет загружать в эти участки программы, выполняемые под управлением DOS. Кроме того, EMM386.EXE позволяет использовать XMS-память для эмуляции расширенной памяти, с которой затем могут работать программы, нуждающиеся в такой памяти. Подробнее о драйверах HIMEM.SYS и EMM386.EXE можно прочесть в руководстве по DOS.

Программа MEMMAKER. С помощью этой программы, входящей в DOS 6 и последующие версии, можно расширить объем доступной основной памяти в компьютерах с процессорами 386 и выше.

С появлением DOS 5 стало возможным с помощью EMM386.EXE так преобразовывать дополнительную память в верхнюю, чтобы DOS могла загружать в нее резидентные программы и драйверы. Но для этого необходимо либо точно знать распределение верхней памяти в конкретном компьютере, либо методом проб и ошибок определять, какие программы можно разместить в свободных участках. Поскольку этот процесс весьма трудоемкий, очень часто память при работе с DOS (и Windows) используется неэффективно. Поэтому фирма Microsoft включила в состав DOS 6 программу MEMMAKER, работающую в диалоговом режиме, которая сама проверяет конфигурацию системы, определяет необходимые ключи для драйвера EMM386.EXE и вписывает соответствующую строку в файл CONFIG.SYS. Теоретически, при распределении верхней памяти и загрузке в нее драйверов и резидентных программ вручную или с помощью программы MEMMAKER можно освободить до 600 Кбайт основной памяти.

За месяцы и годы работы с компьютером программы установки различных приложений впишут в файлы AUTOEXEC.BAT и CONFIG.SYS столько строк загрузки резидентных программ и драйверов, что для самих приложений основной памяти просто не останется. С помощью программы MEMMAKER можно освободить для приложений значительную ее часть. Эта программа выполняет следующие операции:

- перемещает часть ядра DOS в область HMA;
- преобразует часть свободной XMS-памяти в незанятые области верхней памяти; в эти блоки DOS может загружать резидентные программы и драйверы, освобождая занимаемую ими основную память;
- модифицирует файлы CONFIG.SYS и AUTOEXEC.BAT таким образом, чтобы DOS загружала резидентные программы и драйверы в блоки верхней памяти.

Прежде чем запустить MEMMAKER, внимательно просмотрите файлы CONFIG.SYS и AUTOEXEC.BAT и удалите ненужные резидентные программы и драйверы. Например, в файле CONFIG.SYS часто загружается драйвер ANSI.SYS, который позволяет "раскрасить" командную строку DOS или переопределить клавиши на клавиатуре. Если вы работаете в основном с Windows, а не просиживаете часами перед курсором командной строки, можете со спокойной совестью удалить драйвер ANSI.SYS из файла CONFIG.SYS и освободить занимаемую им память.

Очистив файлы CONFIG.SYS и AUTOEXEC.BAT от лишних строк и на всякий случай создав их копии, можете запустить MEMMAKER для оптимизации системной памяти. Для этого завершите выполнение всех программ, загрузите сетевую и другие резидентные программы и драйверы, без которых вы не можете обойтись, а затем в командной строке DOS введите `MEMMAKER`.

Программа MEMMAKER может работать в двух режимах — *Express (быстрая настройка)* и *Custom (ручная настройка)*. Первый режим рекомендуется в том случае, если вы хотите, чтобы программа самостоятельно загрузила резидентные программы и драйверы в верхнюю память (при условии, что ваш монитор — не EGA или VGA; для дисплея SVGA этот режим допустим). Если у вас монитор EGA или VGA, выберите Custom Setup и ответьте `Yes` на вопрос о том, должна ли программа MEMMAKER использовать для размещения программ участок памяти монохромного режима (B0000–B7FFF). Изменять предлагаемые по умолчанию параметры следует только в том случае, если вы твердо уверены, что они не соответствуют вашему компьютеру. Но имейте в виду, что для настройки вручную вы должны не только хорошо знать методы оптимизации системной памяти, но и разбираться в драйверах и резидентных программах.

По окончании оптимизации системной памяти в файл CONFIG.SYS будут добавлены следующие три строки (путь C:\DOS может быть другим):

```
DEVICE=C:\DOS\HIMEM.SYS
DEVICE=C:\DOS\EMM386.EXE NOEMS
DOS=HIGH, UMB
```

Кроме того, MEMMAKER модифицирует каждую строку в файлах CONFIG.SYS и AUTOEXEC.BAT, устанавливающую тот или иной драйвер или резидентную программу (теперь они будут загружаться в верхнюю память). Строки, начинавшиеся с `DEVICE=` в файле CONFIG.SYS, теперь будут начинаться с `DEVICEHIGH=`, а в начале некоторых строк файла AUTOEXEC.BAT появится команда `LH` (LOADHIGH). Например, строка `DEVICE=ANSI.SYS` будет заменена строкой `DEVICEHIGH=ANSI.SYS`. В файле AUTOEXEC.BAT строка `C:\DOS\DOSKEY` превратится в `LH C:\DOS\DOSKEY`. Команды `DEVICEHIGH` и `LH` загружают драйверы и резидентные программы в верхнюю память. Кроме того, MEMMAKER добавляет к командам ключи, определяющие, в какую конкретную область верхней памяти загружается каждая программа. После выполнения программы MEMMAKER в файле AUTOEXEC.BAT может появиться, например, такая строка:

```
LH /L:1 C:\DOS\DOSKEY
```

Ключ `/L:1` предписывает загрузить резидентную программу DOSKEY в первый участок верхней памяти. Во многих компьютерах MEMMAKER позволяет освободить до 620 Кбайт основной памяти.

Подробнее о программе MEMMAKER можно прочесть в руководстве по DOS. Многие действительно важные подробности можно почерпнуть из встроенной в DOS справочной системы, введя в командной строке `HELP MEMMAKER`.

Программа RAMBoost. Лицензия на эту программу, входящую в состав IBM DOS 6.x, была приобретена у фирмы Central Point. Она освобождает основную память приблизительно

так же, как и программа MEMMAKER. Создайте резервные копии файлов CONFIG.SYS и AUTOEXEC.BAT, удалите из них ненужные драйверы и резидентные программы и введите в командной строке `RAMSETUP`.

Программа RAMBoost определит оптимальный вариант загрузки резидентных программ и драйверов в верхней памяти; результаты ее работы будут аналогичны результатам работы MEMMAKER.

Программа QEMM фирмы Quarterdeck. Несмотря на то, что программы MEMMAKER и RAMBoost во многих случаях хорошо справляются со своими задачами, в некоторых системах с достаточно сложной конфигурацией или большим количеством резидентных программ и драйверов лучше использовать QEMM фирмы Quarterdeck. Если вы работаете в операционной системе Windows 95, применяйте специальные версии этих программных продуктов.

Одним из преимуществ программы QEMM является простота ее установки и использования. Прежде чем запустить программу INSTALL, сохраните резервные копии файлов CONFIG.SYS и AUTOEXEC.BAT, чтобы можно было восстановить исходную конфигурацию, а затем завершите все выполняющиеся программы. Из командной строки DOS перейдите на тот дисковод, в котором установлена инсталляционная дискета QEMM, и запустите программу INSTALL. Файлы QEMM будут скопированы в каталог C:\QEMM (или какой-либо другой каталог).

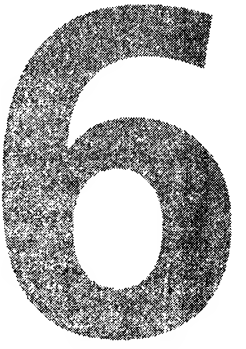
После этого начнет выполняться оптимизация, в процессе которой будет рассчитан необходимый для резидентных программ и драйверов объем верхней памяти и для каждой из них будет найдена подходящая область верхней памяти. При выполнении этой процедуры компьютер несколько раз будет перезагружен (или вам будет предложено выключить и запустить его снова). После этого в командной строке DOS можно ввести команду MEM и узнать объем доступной основной памяти.

Если в ваш компьютер после установки QEMM нужно будет добавить резидентную программу или драйвер либо установить или изъять адаптер (что может привести к перераспределению верхней памяти), процедуру оптимизации придется выполнить снова. Подробнее работа с программой QEMM описана в прилагаемом к ней руководстве.

Одним из достоинств QEMM является входящая в комплект поставки диагностическая программа MANIFEST. Ее действие подобно MSD.

Глава 6

Блоки питания



Блок питания является одним из самых ненадежных устройств компьютерной системы. Это жизненно важный компонент персонального компьютера, поскольку без электропитания не сможет работать ни одна компьютерная система. Поэтому для организации четкой и стабильной работы системы необходимо хорошо разбираться в его функциях, иметь представление об ограничениях его возможностей и их причинах, а также о потенциальных проблемах, которые могут возникнуть в ходе эксплуатации, и способах их разрешения.

Назначение и принципы работы блоков питания

Главное назначение блоков питания — преобразование электрической энергии, поступающей из сети переменного тока, в энергию, пригодную для питания узлов компьютера. Блок питания преобразует сетевое переменное напряжение 220 В, 50 Гц (120 В, 60 Гц) в постоянные напряжения +5 и +12 В, а в некоторых системах и в 3,3 В. Как правило, для питания цифровых схем (системной платы, плат адаптеров и дисковых накопителей) используется напряжение 3,3 или +5 В, а для двигателей (дисководов и различных вентиляторов) — +12 В. Компьютер работает надежно только в том случае, если значения напряжения в этих цепях не выходят за установленные пределы.

Если вы заглянете в паспорт типичного блока питания, то увидите, что блок вырабатывает не только положительные напряжения +5 и +12 В, но и отрицательные — –5 и –12 В. Поскольку на практике выясняется, что для питания всех компонентов системы (электронных схем и двигателей) достаточно +5 и +12 В, возникает вопрос, для чего же используются отрицательные напряжения питания? Ответ прост: в большинстве современных компьютеров они не используются.

Замечание

Когда фирма Intel начала выпускать процессоры, для которых требовалось напряжение +3,3 В, источников питания с таким выходным напряжением еще не было. Поэтому изготовители системных плат начали встраивать преобразователи напряжения, преобразовывающие напряжение +5 В в +3,3 В. Преобразователи напряжения также генерируют много теплоты, которая всегда нежелательна для персонального компьютера. Теперь есть источники питания и системные платы, рассчитанные на +3,3 В, на таких платах преобразователь, который преобразовывает напряжения +5 В в +3,3 В не нужен.

Хотя напряжения –5 и –12 В подаются на системную плату через разъемы питания, для ее работы нужен только 5-вольтовый источник питания. Питание –5 В поступает на контакт B5 шины ISA, а на самой системной плате оно не используется. Это напряжение предназначалось для питания аналоговых схем в старых контроллерах накопителей на гибких дисках, поэтому оно и подведено к шине. В современных контроллерах напряжение –5 В не используется; оно сохраняется лишь как часть стандарта шины ISA. Блок питания в системе с шиной *MCA (Micro*

Channel Architecture) не имеет сигнала –5 В. В подобных системах это напряжение не используется, поскольку в них всегда устанавливаются новейшие контроллеры дисководов.

Напряжения +12 и –12 В на системной плате также не используются, а соответствующие цепи подключены к контактам B9 и B7 шины ISA. К ним могут подсоединяться схемы любых плат адаптеров, но чаще всего подключаются передатчики и приемники последовательных портов. Если последовательные порты смонтированы на самой системной плате, то для их питания могут использоваться напряжения –12 и +12 В. Нагрузка источников питания для схемы последовательных портов весьма незначительна. Например, работающий одновременно на два порта сдвоенный асинхронный адаптер компьютеров PS/2 для выполнения операций с портами потребляет всего 35 мА по цепи +12 В и 35 мА — по цепи –12 В.

В большинстве схем современных последовательных портов указанные напряжения не используются. Для их питания достаточно напряжения 5 В (или даже 3,3 В). Если в компьютере установлены именно такие порты, значит, сигнал 12 В от блока питания не подается.

Напряжение +12 В предназначено, в основном, для питания двигателей дисковых накопителей. Источник питания по этой цепи должен обеспечивать большой выходной ток, особенно в компьютерах с множеством отсеков для дисководов, например в корпусах типа Tower. Напряжение +12 В подается также на вентиляторы, которые, как правило, работают постоянно. Обычно двигатель вентилятора потребляет от 100 до 250 мА, но в новых компьютерах это значение ниже 100 мА. В большинстве ПК вентиляторы работают от источника +12 В, но в портативных моделях для них используется напряжение +5 В (или даже 3,3 В).

Блок питания не только вырабатывает необходимое для работы узлов компьютера напряжение, но и приостанавливает функционирование системы до тех пор, пока величины этого напряжения не достигнут значений, достаточных для нормальной работы. Иными словами, блок питания не позволит компьютеру работать при "нештатном" уровне напряжения питания. В каждом блоке питания перед получением разрешения на запуск системы выполняется внутренняя проверка и тестирование выходного напряжения. После этого на системную плату посылается специальный сигнал *Power_Good* (питание в норме). Если такого сигнала не поступило, компьютер работать не будет. Напряжение сети может оказаться слишком высоким (или низким) для нормальной работы блока питания, и он может перегреться. В любом случае сигнал Power_Good исчезнет, что приведет либо к перезапуску, либо к полному отключению системы. Если ваш компьютер не подает признаков жизни при включении, но вентиляторы и двигатели накопителей работают, то, возможно, отсутствует сигнал Power_Good.

Столь радикальный способ защиты был предусмотрен фирмой IBM исходя из тех соображений, что при перегрузке или перегреве блока питания его выходные напряжения могут выйти за допустимые пределы, и работать на таком компьютере будет невозможно. Иногда сигнал Power_Good используется для сброса *вручную*. Он подается на микросхему тактового генератора (8284 или 82284 в компьютерах PC/XT и AT). Эта микросхема управляет формированием тактовых импульсов и вырабатывает сигнал начальной перезагрузки. Если сигнальную цепь Power_Good заземлить каким-либо переключателем, то генерация тактовых сигналов прекращается и процессор останавливается. После размыкания переключателя вырабатывается кратковременный сигнал начальной установки процессора и разрешается нормальное прохождение сигнала Power_Good. В результате выполняется *аппаратная перезагрузка* компьютера.

В компьютерах с более новыми форм-факторами системной платы, типа ATX и LPX, предусмотрен другой специальный сигнал. Этот сигнал, называемый *PS_ON*, может использоваться программным обеспечением для отключения источника питания (и, таким образом, всего компьютера). Сигнал PS_ON используется операционной системой (например Windows 9*x*), которая поддерживает стандарт *Advanced Power Management* (*APM*). Когда вы выбираете пункт `Завершение работы` меню `Пуск`, Windows полностью автоматически отключает источник питания компьютера. Система без этой особенности только отображает сообщение о том, что можно выключить компьютер.

Конструктивные размеры блоков питания

Размеры блока питания и расположение его элементов характеризуются *конструктивными размерами*. Узлы одинаковых размеров взаимозаменяемы. Проектируя компьютер, разработчики либо выбирают стандартные размеры, либо "изобретают велосипед". В первом случае владелец компьютера всегда сможет подобрать блок питания для своей системы. При разработке оригинальной конструкции блок питания получится уникальным, т.е. пригодным только для конкретной модели (в лучшем случае — для серии моделей) какой-либо фирмы-производителя, и в случае необходимости его можно будет приобрести только в этой компании.

Технически блок питания в персональном компьютере представляет собой источник постоянного напряжения, преобразовывающий переменное напряжение в постоянное. По сравнению с другими типами источников питания, используемый в ПК источник питания является высокоэффективным и генерирует минимальное количество теплоты. Кроме того, он имеет небольшой размер и низкую цену.

> **Замечание**
>
> Даже если два источника питания имеют один и тот же форм-фактор, они могут значительно отличаться по качеству и эффективности (КПД).

Размер блока питания определяется конструкцией корпуса. Промышленными стандартами можно считать восемь моделей корпусов и блоков питания:

- PC/XT;
- AT/Desktop;
- AT/Tower;
- Baby-AT;
- LPX;
- ATX;
- NLX;
- SFX.

Существует множество модификаций блоков питания каждого типа, которые различаются по выходным мощностям.

Стандарт PC/XT. Когда IBM начинала выпуск компьютеров XT, для блока питания использовался такой же корпус, как и в компьютерах PC, но его выходная мощность была почти удвоена (рис. 6.1). Поскольку эти блоки питания идентичны как по конструкции, так и по соединительным разъемам, вы вполне можете установить более мощный блок питания XT в компьютер PC. Компьютеры PC и XT пользовались огромной популярностью, и многие фирмы-производители начали их копировать. В таких аналогах почти все узлы, включая блоки питания, можно заменить компонентами фирмы IBM. Эти компоненты выпускают многие фирмы, и почти все они придерживаются стандартов IBM.

Стандарт AT/Desktop. В компьютерах AT используется более мощный по сравнению с предыдущими версиями блок питания новой конструкции. Данный компьютер практически сразу же начали копировать другие компании, поэтому большинство выпускаемых сегодня IBM-совместимых ПК имеет аналогичную конструкцию. Блок питания, используемый в таких системах, называется *блоком питания AT/Desktop* (рис. 6.2). Сотни фирм-производителей выпускают системные платы, блоки питания, корпуса и т.д., взаимозаменяемые аналогичными узлами IBM AT.

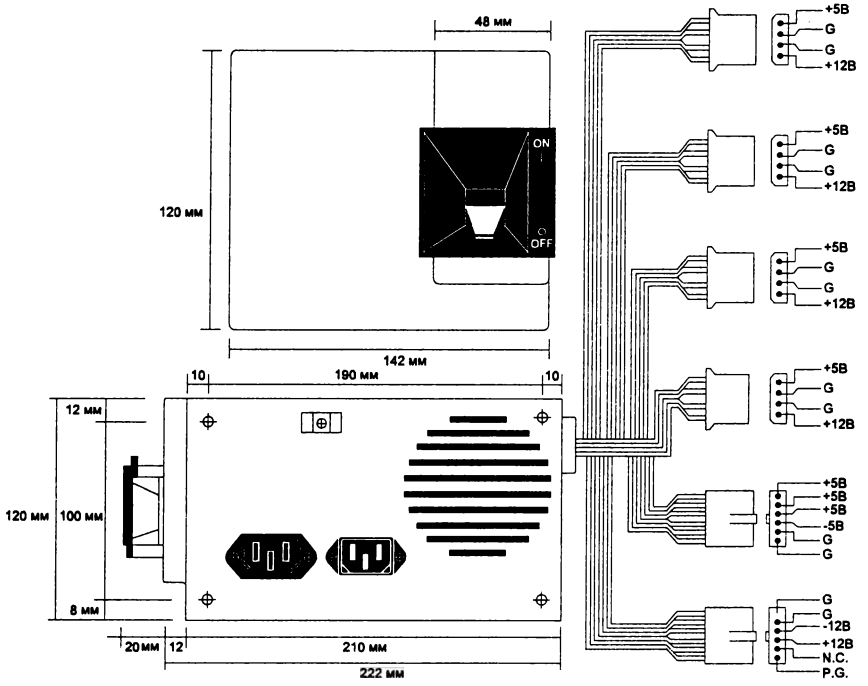


Рис. 6.1. Блок питания стандарта PC/XT: G — общий; N.C. — не используется; P.G. — сигнал Power_Good

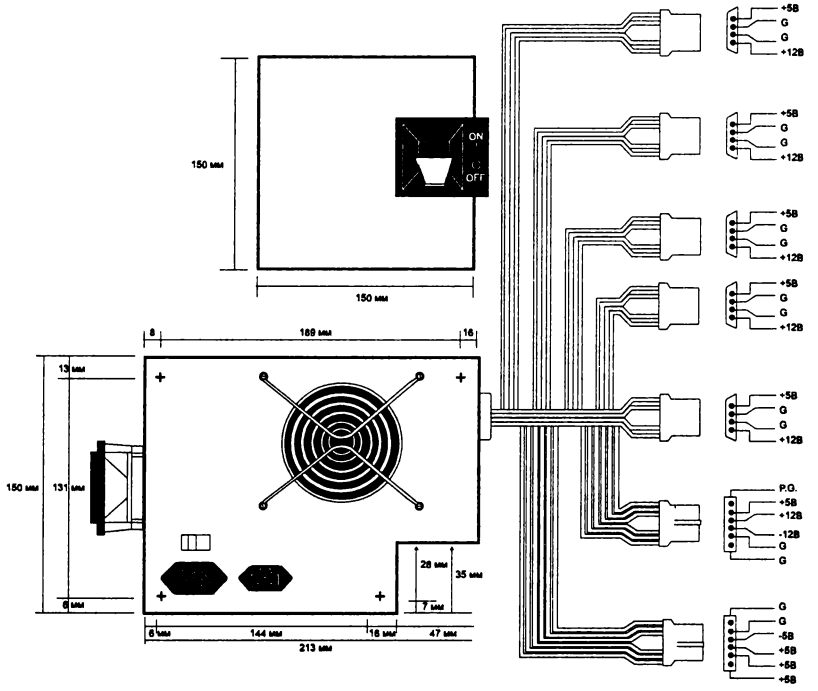


Рис. 6.2. Блок питания стандарта AT/Desktop: G — общий; P.G. — сигнал Power_Good

Стандарт AT/Tower. На сегодняшний день существует несколько конструкций систем AT. Одна из них — *Tower (башня)* — представляет собой полноразмерный компьютер AT, поставленный на бок. Конструкции блока питания и системной платы в системе Tower практически такие же, как и в Desktop. Конструкция блока питания, используемого в системе Tower, идентична конструкции блока питания в системе Desktop, за исключением расположения выключателя. Большинство систем AT/Desktop требует, чтобы выключатель находился на блоке питания справа, в то время как в системах AT/Tower дистанционный выключатель соединен с блоком питания с помощью 4-жильного кабеля. Полноразмерный блок питания AT с дистанционным выключателем является стандартом *AT/Tower* (рис. 6.3).

Стандарт Baby-AT. Еще одна конструкция, называемая *Baby-AT*, представляет собой "укороченный" компьютер AT. Один из размеров блока питания в таких компьютерах уменьшен по сравнению с полноразмерным вариантом, остальные его размеры такие же. Блоки питания стандарта Baby-AT можно устанавливать как в корпусах Baby-AT, так и в AT, но крупногабаритный блок AT в корпусе Baby-AT не помещается (рис. 6.4).

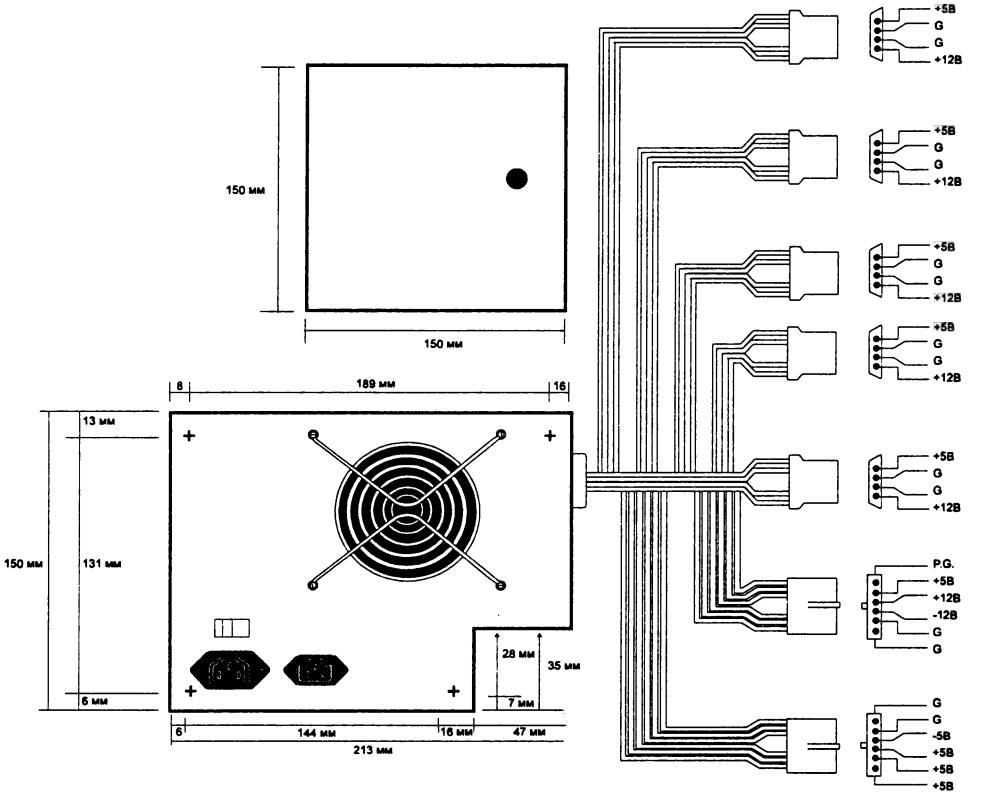


Рис. 6.3. Блок питания стандарта AT/Tower: G — общий; P.G. — сигнал Power_Good

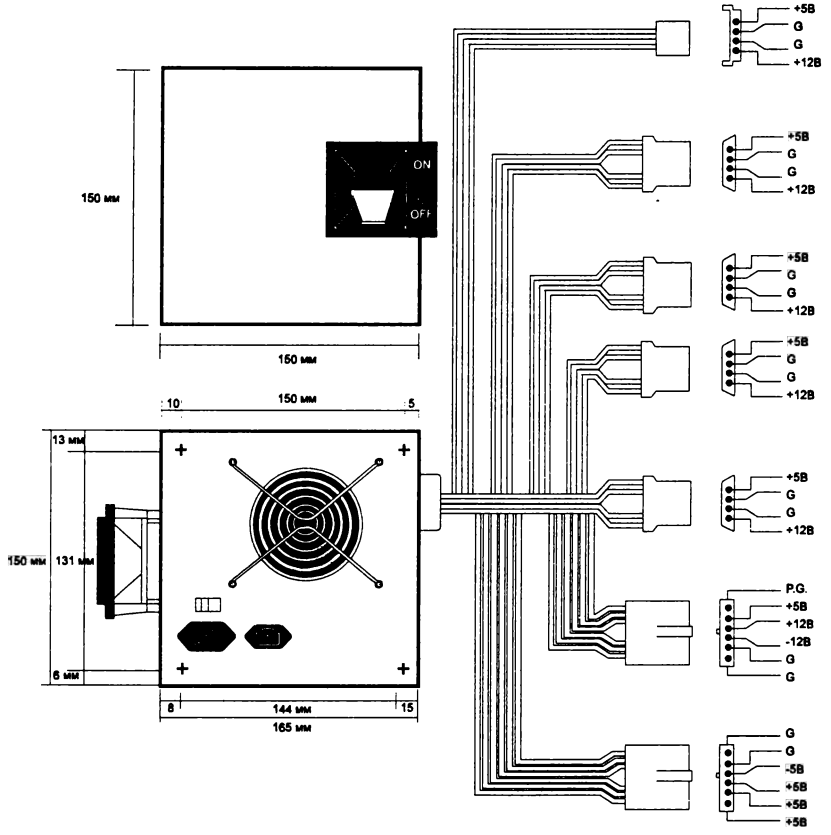


Рис. 6.4. Блок питания стандарта Baby-AT: G — общий; P.G. — сигнал Power_Good

Стандарт LPX (Slimline). Следующий стандарт — это LPX (*Slimline — тонкий корпус)*, изображенный на рис. 6.5. В таких компьютерах используется другая конструкция системной платы здесь слоты расширения смонтированы на выносной плате, вертикально вставляемой в разъем на системной плате. Платы расширения вставляются в слоты выносной платы, и в результате располагаются горизонтально. Благодаря этому удалось значительно уменьшить высоту корпуса (отсюда и происходит название *Slimline*). Для таких компьютеров разработан специальный блок питания, причем блоки, выпускаемые большинством фирм-производителей, взаимозаменяемы. И если при замене системной платы описанной конструкции иногда возникают проблемы, то при замене блока питания сложностей не возникает, так как он стал стандартом.

Стандарт Slimline наиболее популярен для блоков питания, используемых в современных компьютерах. Это может показаться странным, но в большинство полноразмерных корпусов AT Desktop и Tower устанавливаются блоки питания стандарта Slimline. Только в последних два года популярность LPX значительно снизилась, так как увеличился процент корпусов ATX.

Стандарт ATX. Новейшим стандартом на рынке ПК стал *ATX* (рис. 6.6), который определил новую конструкцию материнской платы и блока питания. В его основе лежит стандарт LPX (Slimline), но имеется несколько особенностей, которые следует отметить.

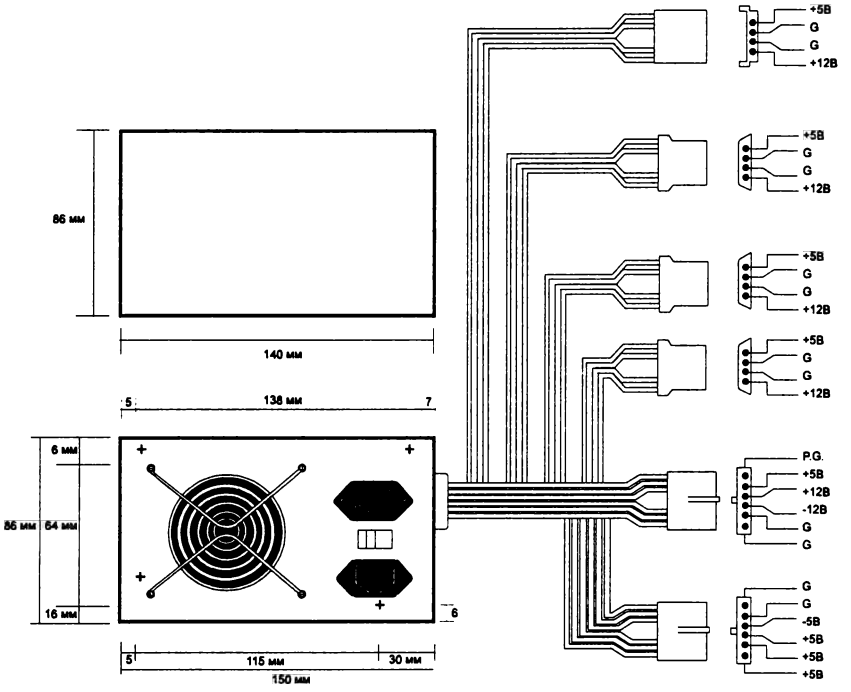


Рис. 6.5. Блок питания стандарта LPX (Slimline): G — общий; P.G. — сигнал Power_Good

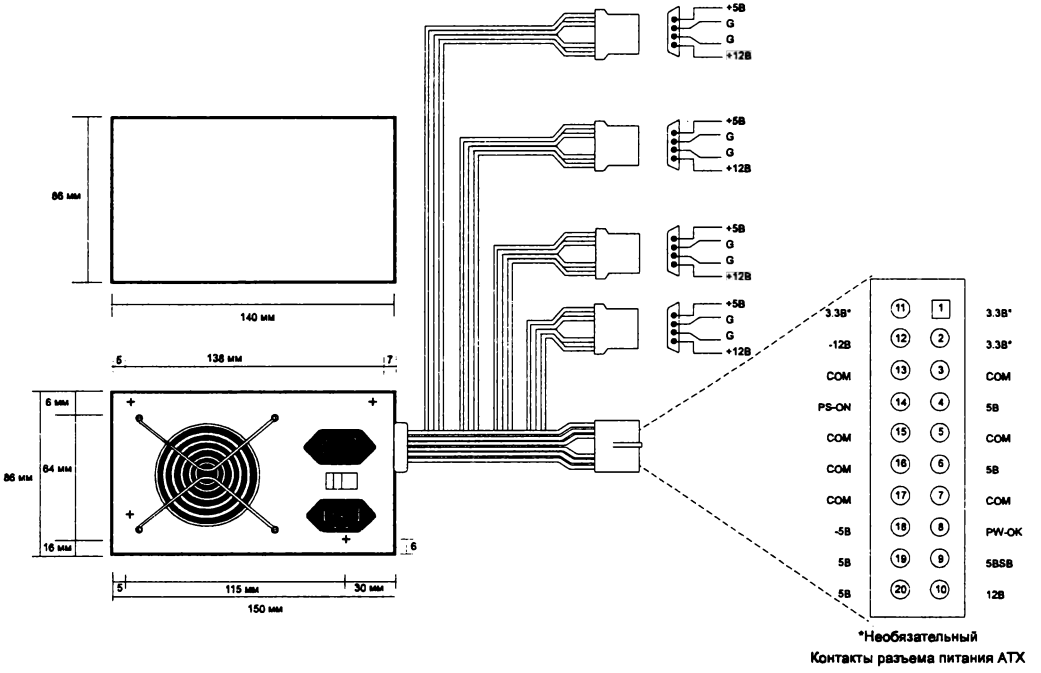


Рис. 6.6. Блок питания стандарта ATX

Главная особенность состоит в том, что вентилятор теперь расположен на стенке корпуса блока питания, которая обращена внутрь ПК, и поток воздуха прогоняется вдоль системной платы, поступая извне. Такое решение в корне отличается от традиционного, когда вентилятор располагается на тыльной стенке корпуса блока питания и воздух выдувается наружу. Поток воздуха в блоке ATX направляется на компоненты платы, которые выделяют больше всего тепла (процессор, модули SIMM и платы расширения). Поэтому исчезает необходимость в ненадежных вентиляторах для процессора, в настоящее время получивших столь широкое распространение. Другим преимуществом обратного направления воздуха является уменьшение загрязнения внутренних узлов ПК. В корпусе создается избыточное давление, и воздух выходит через щели в корпусе, в отличие от того, что происходит в системах других конструкций. Например, если вы поднесете горящую сигарету к лицевой панели дисковода в обычной системе, то дым будет затягиваться через щель в панели дисковода и вредить головкам! В ATX-системах дым будет отгоняться от устройства, поскольку внутрь воздух попадает только через одно входное отверстие на тыльной стороне блока питания. В системе, работающей в условиях повышенной запыленности, на воздухозаборнике можно установить фильтр, который предотвратит попадание в систему частиц пыли.

Стандарт ATX был разработан фирмой Intel в 1995 году, но популярность завоевал через год после выпуска персональных компьютеров с процессором Pentium Pro. Конструкция ATX выполняет те же функции, что и Baby-AT и Slimline, а также позволяет решить две серьезные проблемы, возникающие при их использовании. В каждом из традиционных блоков питания персональных компьютеров, применяющихся в IBM PC, есть два разъема, которые вставляются в системную плату. Проблема состоит в следующем: если вы *перепутаете* разъемы, то сожжете системную плату! Большинство производителей качественных систем выпускает разъемы системной платы и блока питания с ключами, чтобы их нельзя было перепутать, но почти все дешевые системы не имеют ключей ни на системной плате, ни в блоке питания.

Чтобы предотвратить неправильное подключение разъемов блока питания, в модели ATX предусмотрен новый штекер питания для системной платы. Он содержит 20 контактов и является одиночным разъемом с ключом. Его невозможно подключить неправильно, поскольку вместо двух разъемов используется один (даже неопытный пользователь ничего не сможет перепутать). В новом разъеме предусмотрена цепь питания на 3,3 В, что исключает необходимость в преобразователе напряжения на системной плате, который используется для процессора и других микросхем, потребляющих 3,3 В. Несмотря на то, что напряжение 3,3 В в спецификации ATX помечено как допустимое, его можно получить из любого блока питания стандарта ATX. В будущем такое питание будет необходимо для большинства систем.

Для напряжения 3,3 В блок ATX обеспечивает другой набор управляющих сигналов, отличающийся от обычных сигналов для стандартных блоков. Это сигналы *Power_On* и *5v_Standby* (последний также называется *питанием малой мощности — Soft Power*, или *5VSB*). Power_On — это сигнал системной платы, который может использоваться такими операционными системами, как Windows 95 и Windows NT (они поддерживают возможность выключения системы программным путем). Это также позволяет применять для включения компьютера клавиатуру. Сигнал 5v_Standby всегда активен и подает на системную плату питание ограниченной мощности, даже если компьютер выключен.

Другая проблема, разрешенная в конструкции ATX, связана с системой охлаждения. На процессорах большинства высококачественных систем Pentium и Pentium Pro устанавливается активный теплоотвод, который представляет собой маленький вентилятор, "надетый" на процессор для его охлаждения. Такие вентиляторы весьма ненадежны и не идут ни в какое сравнение со стандартными пассивными теплоотводами. В системах модели ATX нет вентилятора на процессоре, и для его охлаждения используется заслонка рядом с блоком питания, которая направляет воздушный поток от вентилятора к процессору. Блок питания модели ATX берет воздух извне и создает в корпусе избыточное давление, тогда как в корпусах дру-

гих систем давление понижено. Направление воздушного потока в обратную сторону позволило значительно улучшить охлаждение процессора и других компонентов системы.

Замечание

Метод охлаждения, описанный в технических требованиях ATX, не является обязательным. Изготовители могут использовать другие методы например, такие как установк традиционного выдувающего вентилятора, а также пассивных радиаторов на системной плате ATX. Фактически, это может быть лучшее решение для компьютера, если не гарантируется периодическая замена фильтра источника питания.

Стандарт NLX. Технические требования NLX, также разработанные Intel, определяют низкопрофильную системную плату, во многом похожую на ATX. Однако в этом стандарте используется меньший форм-фактор. Как и в предыдущих системах Slimline, в случае системной платы NLX используется выносная плата для слотов шин расширения. Системная плата NLX также разработана для упрощения доступа и обслуживания; системную плату можно легко выдвинуть из блока. Так же как форм-фактор ATX функционально заменил форм-фактор Baby AT, форм-фактор NLX предназначен для замены форм-фактора LPX.

Технические требования NLX не определяют новый форм-фактор источника питания, но имеется отдельный документ, в котором приведены рекомендации для источника питания NLX. Чтобы источник питания уместился в корпус NLX, он должен соответствовать размерам форм-фактора LPX, но в нем должны использоваться разъем с 20 штырьками, сигналы напряжения, в соответствии со спецификацией ATX (и даже вентилятора должен быть расположен как в блоке питания ATX). Хотя иногда можно приспособить источник питания для LPX, некоторые изготовители начали производить источники питания, специально созданные для использования в системах NLX.

Стандарт SFX (Системные платы microATX). Intel разработала новые технические требования для системных плат, названных microATX. Эти платы предназначены для недорогих систем; в них слотов расширения предусмотрено даже меньше, чем в NLX, и потому требования к источнику питания менее жесткие. Поскольку документация на платы microATX определяет только лишь форм-фактор системной платы, Intel разработала технические требования для нового источника питания, названного SFX (см. рис. 6.7).

Источник питания SFX специально разработан для использования в малых системах, содержащих ограниченное количество аппаратных средств. Блок питания может в течение длительного времени обеспечивать питание при мощности 90 Вт (135 Вт в пике) в четырех напряжениях (+5, +12, -12 и +3,3 В). Эта мощность достаточна для малой системы с процессором Pentium II, интерфейсом AGP, тремя слотами расширения, и тремя периферийными устройствами — типа жестких дисков и CD-ROM.

Замечание

Источник питания SFX не имеет выходного напряжения -5 В, необходимого для полной шины ISA. Поэтому в компьютерах с платой microATX используется шина PCI или интерфейс AGP для всех плат расширения, установленных в компьютер, а слотов шины ISA нет совсем.

Хотя Intel разработала технические требования к источнику питания SFX специально для системной платы с форм-фактором microATX; SFX — отдельный стандарт, который также является совместимым с другими системными платами. В источниках питания SFX используется тот же самый разъем с 20 штырьками, что и в стандарте ATX, а также сигналы Power_On и 5v_Standby. Однако есть отличие в расположении вентилятора.

Если используется источник питания SFX, то вентилятор крепится на поверхности корпуса, причем он вдувает холодный воздух внутрь корпуса компьютера. Вентилятор обдувает источник питания, и через отверстия в задней панели корпуса теплый воздух удаляется. Такое расположение вентилятора уменьшает шум, но в то же время обладает недостатками, которые были характерны для систем охлаждения до введения стандарта ATX.

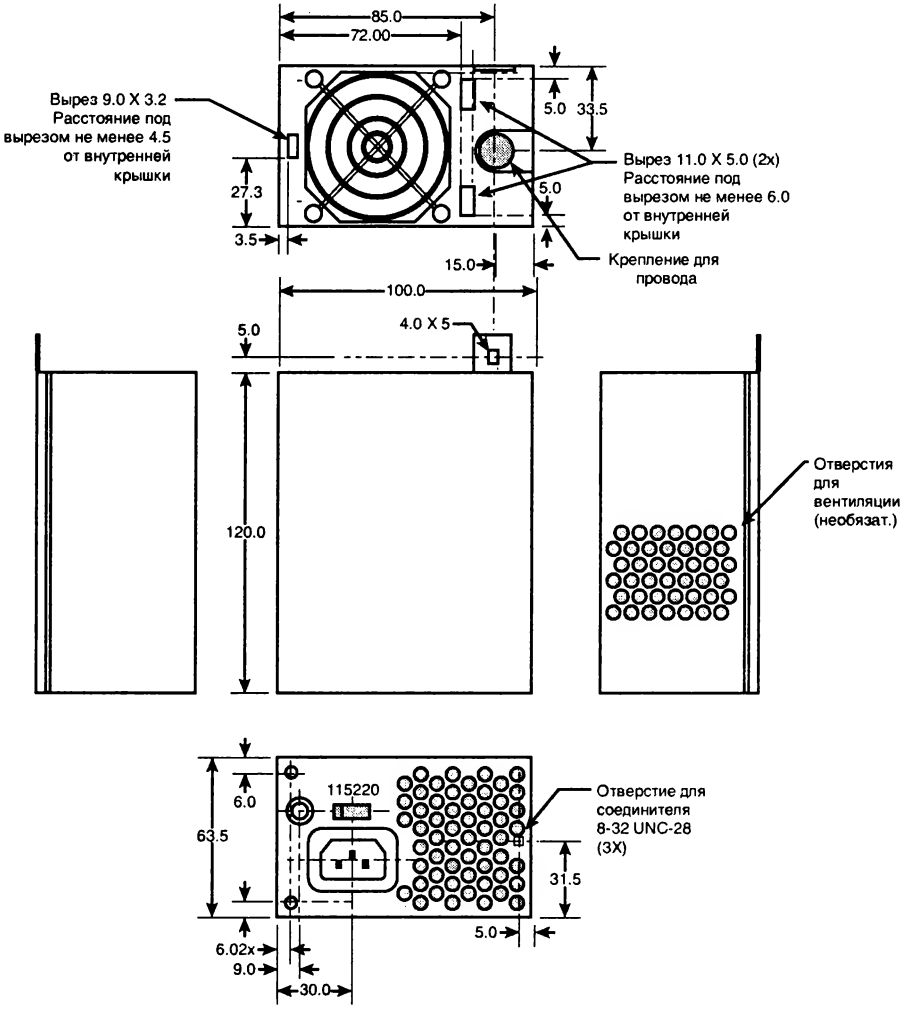


Рис. 6.7. Блок питания стандарта SFX. Размеры проставлены в мм

Разъемы блоков питания

В табл. 6.1 приведено назначение выводов блоков питания компьютеров, совместимых с AT и PC/XT. Количество разъемов для дисководов может быть разным. Например, в IBM AT имеется только три разъема питания для накопителей, а в большинстве блоков питания AT/Tower — четыре. Если вы хотите установить в своем компьютере еще один дисковод, а разъемов питания не хватает, воспользуйтесь Y-образным кабелем-раздвоителем. Они выпускаются многими фирмами, и найти их можно в большинстве магазинов, торгующих электроникой. Естественно, мощность блока питания должна быть достаточной для питания всех накопителей.

Таблица 6.1. Стандартные разъемы блоков питания PC/XT и AT

Разъем	Модель AT	Модель PC/XT
P8-1	Power_Good (+5 В)	Power_Good (+5 В)
P8-2	+5 В	Ключ (не подключен)
P8-3	+12 В	+12 В
P8-4	–12 В	–12 В
P8-5	Общий (0)	Общий (0)
P8-6	Общий (0)	Общий (0)
P9-1	Общий (0)	Общий (0)
P9-2	Общий (0)	Общий (0)
P9-3	–5 В	–5 В
P9-4	+5 В	+5 В
P9-5	+5 В	+5 В
P9-6	+5 В	+5 В
P10-1	+12 В	+12 В
P10-2	Общий (0)	Общий (0)
P10-3	Общий (0)	Общий (0)
P10-4	+5 В	+5 В
P11-1	+12 В	+12 В
P11-2	Общий (0)	Общий (0)
P11-3	Общий (0)	Общий (0)
P11-4	+5 В	+5 В
P12-1	+12 В	—
P12-2	Общий (0)	—
P12-3	Общий (0)	—
P12-4	+5 В	—
P13-1	+12 В	—
P13-2	Общий (0)	—
P13-3	Общий (0)	—
P13-4	+5 В	—

Отметим, что назначения выводов разъемов блоков питания Baby-AT и Slimline соответствуют стандарту AT. Новый стандарт для разъемов блоков питания можно обнаружить только в новой конструкции ATX; это 20-контактный разъем, разводка которого приведена в табл. 6.2.

Таблица 6.2. Разъем блока питания ATX

Цвет	Сигнал	Контакт	Контакт	Сигнал	Цвет
Оранжевый	3,3 В*	11	1	3,3 В*	Оранжевый
Синий	–12 В	12	2	3,3 В*	Оранжевый
Черный	Общий	13	3	Общий	Черный
Зеленый	Pwr_On	14	4	+5 В	Красный
Черный	Общий	15	5	Общий	Черный
Черный	Общий	16	6	+5 В	Красный
Черный	Общий	17	7	Общий	Черный
Белый	–5 В	18	8	Power_Good	Серый
Красный	+5 В	19	9	5v_Stby	Розовый
Красный	+5 В	20	10	+12 В	Желтый

** Необязательный сигнал.*

Замечание

Обратите внимание на то, что блок ATX вырабатывает несколько сигналов, которых раньше не было, например 3,3 В, Power_On и 5v_Standby. По этой причине будет весьма сложно приспособить стандартный (или узкопрофильный) блок питания Slimline для работы в ATX-системе, несмотря на то что внешне они одинаковы.

Хотя в блоках питания PC/XT на контакт P8-2 напряжение не подается, их можно использовать для питания системных плат AT. Отсутствие или наличие сигнала +5 В на контакте P8-2 не сказывается на работе компьютера. Имейте в виду, что измеренные напряжения на выходах блока питания могут отличаться от номинальных на 10%, хотя большинство производителей высококачественных блоков питания устанавливает на свои изделия более жесткие допустимые значения (табл. 6.3). Лично я отдаю предпочтение блокам питания с допуском 5%, поскольку при заводских испытаниях они проходят более жесткий контроль.

Таблица 6.3. Допуски на значения выходных напряжений блоков питания (В)

	Широкий допуск	Жесткий допуск		
Номинальное напряжение	Мин (–10%)	Макс (+8%)	Мин (–5%)	Макс (+5%)
±5,0	4,5	5,4	4,75	5,25
±12,0	10,8	12,9	11,4	12,6

Допустимые значения напряжения для сигнала Power_Good могут различаться, хотя в большинстве компьютеров номинальная величина равна +5 В. Наименьшее допустимое напряжение этого сигнала — около +2,5 В, но в большинстве случаев оно находится в диапазоне 3–6 В.

Если выходные напряжения не соответствуют указанным допускам, блок питания необходимо заменить.

Факультативный разъем питания ATX. В дополнение к главному разъему питания с 20 штырьками, технические требования ATX определяют факультативный разъем с шестью штырьками (две строки — по три штырька каждая) с 22 AWG-проводами для передачи сигналов (табл. 6.4). В компьютере эти сигналы могут использоваться для контроля и управления охлаждающим вентилятором, подачи напряжения +3,3 В на системную плату или подвода питания к устройствам, совместимым со стандартом IEEE 1394 (FireWire).

Таблица 6.4. Факультативный разъем источника питания ATX

Штырек	Сигнал	Цвет
1	FanM	Белый цвет
2	FanC	Белый цвет с голубыми полосами
3	+3,3 В	Белый цвет с коричневыми полосами
4	1394R	Белый цвет с черными полосами
5	1394V	Белый цвет с красными полосами
6	Зарезервирован	

Благодаря сигналу FanM операционная система контролирует состояние охлаждающего вентилятора источника питания, чтобы можно было предпринять соответствующие действия, например завершить работу системы, если вентилятор неисправен.

Операционная система может использовать сигнал FanC с регулируемым напряжением, чтобы управлять работой вентилятора источника питания, уменьшая подаваемую мощность или отключая ее полностью, когда система бездействует или находится в дежурном режиме. Стандарт ATX определяет, что напряжение +1 В или меньшее указывает, что вентилятор должен отключиться, в то время как +10,5 В или большее заставляет вентилятор функционировать на полном ходу. Если источник питания не предусматривает работу вентилятора с переменной скоростью, любой уровень напряжения выше +1 В на сигнале FanC будет интерпретирован как команда запуска вентилятора.

Замечание

Технические требования SFX также определяют использование разъема управления с шестью штырьками, но в соответствии с ними он используется только один штырек для передачи управляющих сигналов вентилятору. Все остальные пять штырьков зарезервированы для использования в будущем.

Выключатель питания. В блоках питания AT/Tower и ATX используется дистанционное включение питания. Их выключатели расположены на лицевой панели корпуса компьютера и соединены с блоком питания 4-жильным кабелем. Концы кабеля сделаны в виде плоских удлиненных штекеров, которые вставляются в соответствующие гнезда на выключателе питания. Этот выключатель обычно является частью корпуса компьютера, и поэтому блок питания обычно поставляется с кабелем, но без выключателя.

Провода кабеля, соединяющего блок питания, и выключатель окрашены в разные цвета. Каждый из них имеет свое назначение. (Может присутствовать и пятая жила, предназначенная для заземления на корпус.) По этим проводам передается напряжение 220 В (110 В). Поэтому не прикасайтесь к ним, если блок питания включен в сеть.

Внимание

К дистанционному выключателю питания подведено напряжение переменного тока 220 В. Если вы коснетесь концов провода, когда блок питания включен в сеть, то получите удар электрическим током! Перед отсоединением дистанционного выключателя всегда проверяйте, выключен ли блок питания из сети.

Рис. 6.8. Выводы дистанционного выключателя блока питания

Назначение проводов питания в соответствии с их цветами следующее: *коричневый* и *голубой* провода — это фаза и нуль сетевого шнура, по которому напряжение поступает из блока питания. Когда блок питания подсоединен к сети, провода находятся под напряжением. По *черному* и *белому* проводам переменный ток возвращается через выключатель в блок питания. Эти жилы находятся под напряжением только в том случае, если блок питания подключен к сети и включен. И последнее: *зеленый* провод или *зеленый провод с желтой полосой* (если он имеется в кабеле) — это заземление. Он должен соединяться с корпусом персонального компьютера и обеспечивать его заземление.

Отверстия для штырьков на выключателе обычно окрашены. Если же они не окрашены, вставьте голубой и коричневый провода в параллельные друг другу гнезда, а черный и белый — в гнезда, расположенные под углом. Все станет абсолютно ясно, если посмотреть на рис. 6.8.

Если голубой и коричневый провода были вставлены по одну сторону розетки, а черный и белый находятся по другую, то и выключатель, и блок питания будут работать нормально. Если же вы перепутали контакты, то может перегореть предохранитель на щитке или произойдет короткое замыкание.

Во всех источниках питания ATX, которые подключаются к разъему системной платы с 20 штырьками, для включения системы используется сигнал PS_ON. В результате, дистанционный переключатель физически не управляет доступом к источнику питания 220 или 110 В, как в более старых блоках питания. Вместо этого состояние источника питания (включен или выключен) переключается сигналом PS_ON, поступающем из штырька 14 в разъеме ATX.

Сигнал PS_ON может быть сгенерирован переключателем питания компьютера или (с помощью электронных схем) операционной системой. PS_ON — активный низкий сигнал. Это означает, что все сигналы мощности постоянного тока, генерируемые блоком питания, дезактивируются, при высоком уровне PS_ON, за исключением сигнала +5VSB (резервного) на штырьке 9, который является активным всегда, когда включен источник питания. Сигнал +5VSB подводит напряжение к дистанционному переключателю на корпусе, чтобы система могла функционировать в то время, когда компьютер выключен. Таким образом, дистанционный переключатель в системе ATX (который должен быть в большинстве систем NLX и SFX) находится под напряжением всего лишь +5 В постоянного тока, а не 220 или 110 В, как в более старых корпусах с иными форм-факторами.

Внимание

Непрерывное присутствие сигнала +5VSB на штырьке 9 разъема ATX означает, что к системной плате всегда подведена мощность от блока питания, когда источник включен, даже если компьютер выключен. Поэтому лучше всего отключить систему ATX от источника питания перед снятием корпуса.

Разъемы питания дисковых накопителей. Разъемы питания дисковых накопителей стандартизованы в соответствии с назначением выводов и цветом проводов. В табл. 6.5 приведена разводка контактов стандартного разъема питания дисковых накопителей, а также цвета соответствующих проводов.

Таблица 6.5. Разводка контактов стандартного разъема питания дисковых накопителей

Контакт	Цвет провода	Сигнал
1	Желтый	+12 В
2	Черный	Общий
3	Черный	Общий
4	Красный	+5 В

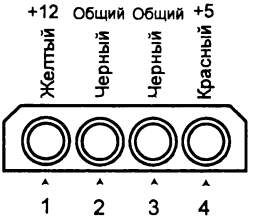


Рис. 6.9. Разъем кабеля питания для дискового накопителя

Приведенные данные относятся как к большому разъему, так и к мини-разъему для накопителей формата 3,5 дюйма. В обоих случаях назначения выводов и цвета проводов совпадают. Чтобы отыскать вывод 1, внимательно осмотрите разъем: обычно номер указан на пластмассовом корпусе, но бывает настолько мал, что его трудно заметить. К счастью, эти разъемы обычно имеют ключ, и поэтому их трудно вставить неправильно. На рис. 6.9 показан такой ключ и его соответствие номерам контактов на большем разъеме дискового накопителя.

Имейте в виду, что к некоторым разъемам питания накопителей подведено только два провода — на +5 В и общий (выводы 3 и 4), так как в большинстве новых накопителей на гибких дисках напряжение +12 В не используется.

Типы разъемов. Стандарт разъемов блоков питания персональных компьютеров был разработан фирмой IBM для компьютеров PC/XT/AT. Одни разъемы использовались для подключения к системной плате (разъемы P8 и P9), а другие — для дисковых накопителей. Разъемы питания системной платы не изменялись с 1981 года (с момента появления IBM PC). Однако в 1986 году, после выхода дисковых накопителей размером 3,5 дюйма, был разработан разъем меньшего размера для подключения питания. Перечень стандартных разъемов питания системной платы и дисковых накопителей приведен в табл. 6.6.

Таблица 6.6. Разъемы питания

Место расположения	Розетка (на кабеле питания)	Вилка (на блоке)
ATX/NLX/SFX (20-контактный)	Molex 39-29-9202	Molex 39-01-2200
Дополнительный ATX (6-контактный)	Molex 39-01-2960	Molex 39-30-1060
Системная плата (P8/P9)	Burndy GTC6P-1	Burndy GTC 6RI
Дисковод (большой)	AMP 1-480424-0	AMP 1-480426-0
Дисковод (малый)	AMP 171822-4	AMP 171826-4

Такие разъемы можно приобрести в магазинах, продающих электронную аппаратуру. Можно также приобрести целые наборы кабелей, включая адаптеры для перехода от большого разъема к малому, Y-образные кабели-раздвоители, а также дополнительные кабели питания для материнских плат, производимые Ci Design и Key Power.

Внимание

Прежде чем использовать Y-образные кабели-раздвоители для подключения дополнительных устройств к источнику питания, убедитесь, что источник питания может обеспечить достаточную мощность для всех внутренних и внешних устройств. Перегрузка источника питания может вызывать повреждение электрических компонентов и хранимых в 3V данных.

Сигнал Power_Good

Уровень напряжения сигнала Power_Good — около +5 В (нормальной считается величина от +3 до +6 В). Он вырабатывается блоком питания после выполнения внутренних проверок и выхода на номинальный режим и обычно появляется через 0,1–0,5 с после включения компьютера. Сигнал подается на системную плату, где микросхемой тактового генератора формируется сигнал начальной установки процессора.

При отсутствии сигнала Power_Good микросхема тактового генератора постоянно подает на процессор сигнал начальной установки, не позволяя компьютеру работать при "нештатном" или нестабильном напряжении питания. Когда сигнал Power_Good подается на генератор, сигнал начальной установки процессора отключается и начинается выполнение программы, записанной по адресу: FFFF:0000 (обычно — в ROM BIOS).

Если выходные напряжения блока питания не соответствуют номинальным (например, при снижении напряжения в сети), сигнал Power_Good отключается и процессор автоматически перезапускается. При восстановлении выходных напряжений снова формируется сигнал Power_Good, и компьютер начинает работать так, как будто его только что включили. Благодаря быстрому отключению сигнала Power_Good компьютер "не успевает заметить" неполадок в системе питания, поскольку он останавливает работу раньше, чем могут появиться ошибки четности и другие проблемы, связанные с неустойчивостью напряжения питания.

В компьютерах, выпущенных до появления стандарта ATX, сигнал Power_Good поступает на системную плату через контакт P8-1 разъема блока питания. В соответствии со стандартом ATX сигнал Power_Good поступает через контакт 8 20-контактного разъема блока питания

В правильно спроектированном блоке питания выдача сигнала Power_Good задерживается до стабилизации напряжений во всех цепях после включения компьютера. В плохо спроектированных блоках питания (которые устанавливаются во многих дешевых моделях) задержка сигнала Power_Good часто недостаточна, и процессор начинает работать слишком рано. Обычно задержка сигнала Power_Good составляет 0,1–0,5 с. В некоторых компьютерах ранняя подача сигнала Power_Good приводит к искажению содержимого CMOS-памяти. Если

компьютер не загружается при включении питания, но потом запускается нормально (при нажатии кнопки сброса Reset или комбинации клавиш <Ctrl+Alt+Del>), то проблема, по всей вероятности, связана с сигналом Power_Good. Как мы уже говорили, происходит это потому, что последний управляет работой таймера, вырабатывающего сигнал начальной установки для процессора. В этом случае лучший способ проверки — раздобыть новый высококачественный блок питания и установить его вместо старого.

В некоторых дешевых блоках питания схемы формирования сигнала Power_Good нет вообще, и эта цепь просто подключена к источнику напряжения питания на +5 В. Одни системные платы более чувствительны к неправильной подаче сигнала Power_Good, чем другие. Проблемы, связанные с запуском, часто возникают именно из-за недостаточной задержки этого сигнала. Иногда бывает так, что после замены системной платы компьютер перестает нормально запускаться. В такой ситуации довольно трудно разобраться, особенно неопытному пользователю, которому кажется, что причина кроется в новой плате. Но не торопитесь списывать ее в неисправные — часто оказывается, что виноват блок питания: либо он не обеспечивает достаточную мощность для питания новой системной платы, либо не подведен, либо неправильно вырабатывается сигнал Power_Good. В такой ситуации лучше всего заменить блок питания.

Кнопка перезапуска системы

Кнопка, позволяющая полностью перезапустить систему, не отключая питания компьютера, выручит вас, если система зависла, сэкономит ваше время и предотвратит износ и порчу системы. IBM и большинство производителей совместимых компьютеров встраивают схему сброса в системную плату и выводят на лицевую панель корпуса кнопку сброса Reset.

В системах PC и XT сигнал Power_Good поступает через системную плату к чипу 8284a на контакт 11. При замыкании этого контакта на землю и его возвращении в нормальное состояние таймер 8284a (82284 — в AT) генерирует сигнал начальной установки на контакте 10. Он поступает в микропроцессор 8088 на контакт 21, и начинается процесс загрузки системы. Если уровень сигнала Power_Good становится равным нулю, а затем возвращается в нормальное состояние, то в системах с различными процессорами и микросхемами таймеров (например, в AT или PS/2) это приводит к перезапуску.

Во всех IBM-совместимых системах при начальной загрузке выполняется программа, расположенная по адресу F000:FFF0 (этот адрес известен как *адрес программы перезагрузки системы*). По этому адресу обычно находится инструкция безусловного перехода к началу программы загрузки системы для конкретного ROM BIOS. Система начинает выполнять программу начального тестирования узлов компьютера *POST* (Power-On Self Test — самотестирование при включении питания). Вначале тестируются процессор и микросхемы контроллера прямого доступа к памяти. Но перед тем как система запустит полный тест памяти (один из фрагментов POST), ячейка памяти 0000:0472 сравнивается с числом 1234h. Если в ячейке есть это значение, начинается *горячая* загрузка, при которой тесты памяти POST опускаются. Если там находится какое-либо другое значение, начинается *холодная* загрузка с выполнением тестирования всей памяти.

Описанная процедура объясняет роль кнопки перезапуска. Устанавливая значение 1234h в ячейке памяти по адресу 0000:0472, можно управлять выбором *холодной* или *горячей* загрузки системы. Аппаратный перезапуск позволяет "разморозить" зависшую машину, чего не происходит при программном перезапуске, выполняемом после нажатия комбинации клавиш <Ctrl+Alt+Del>.

Нагрузка блоков питания

В персональных компьютерах используются импульсные, а не линейные, блоки питания. В линейном блоке питания используется большой встроенный трансформатор для формирования напряжений питания разной величины, а в импульсном блоке применяется генератор высокой частоты для формирования различных напряжений питания. Импульсный блок имеет меньшие размеры, меньший вес и более низкое энергопотребление.

Характерная особенность импульсных блоков питания заключается в том, что они не работают без нагрузки, т.е. к источникам +5 В (+12 В) должны быть подключены какие-либо потребители энергии. Если поставить блок питания на стол, ничего к нему не подсоединив, и включить в сеть, то либо внутренняя схема защиты его отключит, либо он перегорит. Большинство блоков питания защищено от работы без нагрузки и отключается, но в некоторых дешевых моделях схема защиты отсутствует, и на холостом ходу они моментально выходят из строя.

Минимальная нагрузка, необходимая для обеспечения нормальной работы стандартного блока питания IBM AT мощностью 192 Вт, составляет: для источника +5 В — 7,0 А, для источника +12 В — 2,5 А. Поскольку накопители на гибких дисках не нагружают источник +12 В, когда их двигатели не вращаются, компьютеры, в которых нет жестких дисков, работают плохо. Большинство блоков питания имеет определенные требования к минимальному току нагрузки для источников +5 и +12 В, а если такой нагрузки нет, блок питания отключается.

Когда фирма IBM решила выпускать компьютер AT без жесткого диска, ей пришлось подключить кабель питания к большому резистору с сопротивлением 5 Ом и мощностью рассеяния 50 Вт, смонтированному на небольшой стойке в том самом месте, где должен быть жесткий диск. В корпусе компьютера даже были предусмотрены специальные отверстия для крепления стойки с резистором. В середине 80-х годов некоторые торговые фирмы закупали компьютеры AT без жестких дисков, а затем устанавливали в них накопители емкостью 20 или 30 Мбайт, приобретая их у других фирм по более низкой цене, чем у IBM. При этом нагрузочные резисторы выбрасывались сотнями. Нам тогда удалось подобрать пару штук (вот откуда мы узнали, какие резисторы использовались для этих целей).

Они включались между выводами 1 (+12 В) и 2 (Общий) разъема питания жесткого диска. Ток нагрузки 12-вольтового источника при этом был равен 2,4 А, мощность, рассеиваемая на резисторе, — 28,8 Вт (представляете, как он нагревался!), но блок питания мог работать нормально. Если учесть, что вентиляторы в большинстве блоков питания потребляют ток 0,1–0,25 А, общий ток нагрузки упомянутого источника составлял 2,5 А или чуть больше. Без нагрузочного резистора блок питания либо не запускается, либо работает неустойчиво. Системная плата потребляет ток от 5-вольтового источника постоянно, но двигатели накопителей на гибких дисках — основные потребители энергии по цепям +12 В — большую часть времени простаивают.

Большинству современных блоков питания мощностью 200 Вт не требуется такая большая нагрузка, как первому блоку питания IBM AT. Теперь по цепи +3,3 В достаточно тока нагрузки от 0 до 0,3 А, по цепи +5 В — 2,0–4,0 А, а по цепи +12 В — 0,5–1,0 А. Почти все системные платы сами по себе достаточно хорошо нагружают 5-вольтовый источник. Как уже неоднократно говорилось, стандартный вентилятор потребляет от источника +12 В ток 0,1–0,25 А. Обычно, чем выше предельная мощность источника, тем выше минимально допустимая нагрузка, хотя бывают и исключения, так что всегда обращайте внимание на технические параметры блока.

В некоторых высококачественных блоках, например в устройствах фирмы Astec, которые применяются во всех компьютерах PS/2, установлены нагрузочные резисторы. Эти блоки могут работать без внешней нагрузки. Большинство дешевых моделей не имеет нагрузочных резисторов, поэтому для их работы необходима соответствующая нагрузка по цепям +5 и +12 В.

Чтобы проверить блок питания отдельно от компьютера, подключите нагрузку к выходам +5 и +12 В. Если вы заранее не подготовились к проверке, то вам понадобится запасная системная плата и накопитель на жестких дисках в качестве нагрузок для источников +5 и +12 В соответственно.

Мощность блоков питания

Большинство производителей компьютеров предоставляет техническую информацию о блоках питания. Ее можно найти в техническом руководстве, а также на этикетке, приклеенной к блоку. Если вы знаете название фирмы — производителя блока питания, обратитесь непосредственно к ней.

В табл. 6.7 приведены параметры блоков питания фирмы IBM, которых обычно придерживаются и в совместимых устройствах. (Параметры, приведенные в некоторых таблицах этой главы, соответствуют принятому в США стандарту 110 В. — *Прим. ред.*) Блоки питания системы IBM PC представляют собой оригинальные устройства, которые копируются в системах с такими же параметрами. Входные параметры измеряются в вольтах, а в качестве выходных параметров приводятся токи нагрузки (в амперах) для разных номиналов выходного напряжения источника (в вольтах). Фирма IBM обычно приводит в качестве выходного параметра мощность в ваттах. Если в документации к конкретному блоку указаны только токи нагрузки в амперах, преобразуйте их в выходную мощность в ваттах, используя простую формулу:

Мощность (Вт) = напряжение (В) × ток (А)

Перемножив напряжения и токи по каждой выходной цепи и просуммировав результаты, можно получить общую (вычисленную) выходную мощность блока питания.

Таблица 6.7. Параметры стандартных блоков питания фирмы IBM

	PC	Port-PC	XT	XT-286	AT
Минимальное напряжение сети, В	104	90	90	90	90
Максимальное напряжение сети, В	127	137	137	137	137
Возможность универсального питания (220 В)	Нет	Есть	Нет	Есть	Есть
Переключение 110/220 В	—	Ручное	—	Автоматическое	Ручное
Выходные токи (А) от источников: +5 В	7,0	11,2	15,0	20,0	19,8
–5 В	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
+12 В	2,0	4,4	4,2	4,2	7,3
–12 В	0,25	0,25	0,25	0,25	0,3
Вычисленная выходная мощность, Вт	63,5	113,3	129,9	154,9	191,7
Паспортная выходная мощность, Вт	63,5	114,0	130,0	157,0	192,0

В табл. 6.8 приведены стандартные значения выходных параметров (мощности, напряжения и тока нагрузки) для систем различных конструкций. Большинство фирм-производителей выпускает серии устройств с различными выходными мощностями в диапазоне 100–450 Вт. В табл. 6.8 приведены номинальные мощности по каждой цепи для блоков питания различной суммарной мощности, указанной фирмой-производителем. В большинстве случаев вычисленная мощность практически совпадает с указанной в паспорте, но бывают и существенные расхождения. При составлении таблицы использовались каталоги фирм Astec Standard Power и PC Power and Cooling.

Таблица 6.8. Типичные параметры совместимых блоков питания

Паспортная выходная мощность, Вт	100	150	200	250	300	375	450
Выходные токи (А) от источников: +5 В	10,0	15,0	20,0	25,0	32,0	35,0	45,0
–5 В	0,3	0,3	0,3	0,5	1,0	0,5	0,5
+12 В	3,5	5,5	8,0	10,0	10,0	13,0	15,0
–12 В	0,3	0,3	0,3	0,5	1,0	0,5	1,0
Вычисленная выходная мощность, Вт	97,1	146,1	201,1	253,5	297,0	339,5	419,5

Новые источники питания вырабатывают также напряжение +3,3 В. В табл. 6.9 приведены параметры различных источников питания ATX, которые вырабатывают напряжение +3,3 В.

Таблица 6.9. Типичные параметры блоков питания ATX

Выходная мощность, Вт	235	275	300	400
Выходной ток, А				
+3,3 В	14,0	14,0	14,0	28,0
+5 В	22,0	30,0	30,0	30,0
Max +3,3/+5 В	125	150	150	215
-5 В	0,5	0,5	0,5	1,0
+12 В	8,0	10,0	12,0	14,0
-12 В	1,0	1,0	1,0	1,0

В большинстве совместимых блоков питания выходная мощность колеблется от 150 до 250 Вт. Блоки малой мощности непрактичны, и при желании вы можете заказать блок питания мощностью до 500 Вт, который вполне будет соответствовать вашим потребностям.

Блоки питания мощностью более 300 Вт предназначены для тех энтузиастов, которые "набивают" системы Desktop или Tower всевозможными устройствами. Они могут обеспечить работу системной платы с любым набором адаптеров и множеством дисковых накопителей. Однако превысить паспортную мощность блока питания вам не удастся, потому что в компьютере просто не останется места для новых устройств.

В табл. 6.10 приведены параметры блоков питания компьютеров IBM PS/2, имеющих универсальное напряжение (220 В). Это — устройства высокого класса, обычно поставляемые для IBM фирмой Astec, но, кроме этой, их выпускают и другие фирмы.

Большинство блоков питания являются универсальными. Это значит, что их можно подключать к сети с напряжением 220 В, 50 Гц, которая существует как в Европе, так и во многих неевропейских странах. Большинство блоков питания может автоматически переключаться для работы с входным напряжением 220 В, но в некоторых из них нужно установить переключатель с тыльной стороны соответственно номиналу напряжения сети (автоматические модули проверяют подводимое напряжение сети и переключаются самостоятельно).

Таблица 6.10. Параметры блоков питания компьютеров PS/2

Модель ПК	Тип блока питания	Переключение 110/220 В	Выходная мощность, Вт
25	8525-xx1	Ручное	90
	8525-xx4	Ручное	115
30	8530-0xx	Автоматическое	70
25 286	8525-xxx	Ручное	124,5
30 286	8535-Exx	Ручное	90
35 SX	8535-xxx	Автоматическое	118
40 SX	8540-0xx	Ручное	197
50	8550-0xx	Автоматическое	94
55 SX	8555-xxx	Ручное	90
57 SX	8557-0xx	Ручное	197
60	8560-041	Автоматическое	207
	8560-071	Автоматическое	225
65 SX	8565-xxx	Автоматическое	250
70 386	8570-xxx	Автоматическое	132
70 486	8570-Bxx	Автоматическое	132
P70 386	8573-xxx	Автоматическое	185
P75 486	8573-xxx	Автоматическое	120
80 386	8580-xxx	Автоматическое	225
	8580-Axx	Автоматическое	242
	8580-Axx	Автоматическое	250
90 XP 486	8590-0xx	Автоматическое	194
95 XP 486	8495-0xx	Автоматическое	329

Например, PS/2 P75 работает как от сети на 110 В, так и от 220 В. Все, что нужно сделать, — это включить его в сеть. Система автоматически распознает входное напряжение и переключит схемы. В этом состоит главное отличие данной системы от некоторых других, которые могут работать с двумя уровнями напряжения, но требуют ручного переключения для выбора цепи в блоке питания.

Если ваш блок питания не переключается автоматически, проверьте правильность его настройки на напряжение сети. Если вы включите в сеть на 110 В блок питания, который настроен на сеть 220 В, ничего страшного не произойдет, но работать блок питания не будет. Если же напряжение в сети 220 В, а переключатель установлен на 110 В, при включении блок питания может выйти из строя.

Параметры блоков питания

Качество блоков питания определяется не только выходной мощностью. На протяжении нескольких лет мы работали с разными системами. Опыт показывает, что, если в одной комнате стоит несколько компьютеров и качество электрической сети невысокое (часто пропадает напряжение, возникают помехи и т.п.), системы с мощными блоками питания работают гораздо лучше систем с дешевыми блоками, устанавливаемыми в некоторых совместимых моделях невысокого класса.

Чтобы понять, какие требования предъявляются к блоку питания, ознакомьтесь с параметрами устройств, применяемых фирмой IBM в компьютерах PS/2. Приводимая информация взята из руководства по эксплуатации компьютеров PS/2. Это наглядный пример того, какими должны быть блоки питания систем высокого класса. Имейте в виду, что абсолютно все блоки питания для компьютеров IBM PS/2 поставляются фирмой Astec. Эта фирма также выпускает блоки питания для множества систем высокого класса других производителей.

Блоки питания PS/2 могут работать в двух диапазонах напряжений сети переменного тока: 90–137 и 180–265 В. Коэффициент гармоник синусоидального входного сигнала не должен превышать 5%. Некоторые модели могут автоматически анализировать диапазон напряжений сети (110 или 220 В) и выполнять настройку схем блока.

В блоках питания PS/2 предусмотрена защита как от понижения, так и от повышения напряжения сети. Если величина напряжения сети выходит за допустимые пределы, блок питания отключается, и запустить его снова можно только путем повторного включения.

Во всех блоках питания PS/2 есть защита от перегрузок по выходным токам. Если ток нагрузки превышает безопасный предел, блок питания отключается до повторного включения сетевого тумблера. То же самое происходит и при коротких замыканиях. При замыкании между любыми двумя выходами блок питания отключается до повторного включения сетевого тумблера.

В большинстве блоков питания PS/2 предусмотрен автоматический перезапуск, т.е. они сами повторно включаются после восстановления сетевого напряжения. Во всех блоках, выпущенных после октября 1990 года, введена задержка перезапуска на время 3–6 с, чтобы предоставить всем подсистемам и периферийным устройствам достаточное время для сброса перед повторным запуском компьютера.

Фирма IBM гарантирует работу блоков питания PS/2 при следующих неблагоприятных обстоятельствах:

- при возникновении до десяти последовательных провалов напряжения сети на 20% ниже номинального (т.е. до 80 В для сети на 110 В) длительностью до 2 с каждый при интервале между ними не более 20 с;
- при возникновении до десяти последовательных провалов напряжения сети на 30% ниже номинального (т.е. до 70 В для сети на 110 В) длительностью до 0,5 с каждый при интервале между ними не более 5 с;
- при возникновении до десяти последовательных выбросов напряжения сети на 15% выше номинального (т.е. до 143 В для сети на 110 В) длительностью до 1 с каждый при интервале между ними не более 10 с;
- при колебаниях в линии ("звоне") с частотой 400 Гц (с экспоненциальным затуханием) на максимумах синусоиды напряжения сети, превышающих амплитудное значение напряжения сети не более чем в два раза (200 В для сети на 110 В) и происходящих до ста раз подряд с не менее чем трехсекундными перерывами между "пакетами";
- при импульсных помехах на максимумах основного напряжения сети, превышающих амплитудное значение ее напряжения (150 В для сети на 110 В) не более чем в 1,5 раза и происходящих до ста раз подряд с не менее чем трехсекундными перерывами между "пакетами".

Кроме того, IBM гарантирует исправность блоков питания PS/2 (и подключенных к ним систем) при следующих обстоятельствах:

- при полном отключении сети на любое время;
- при любом понижении сетевого напряжения;
- при кратковременных выбросах с амплитудой до 2 500 В (!) на входе блока питания (например, при разряде молнии).

Хорошие блоки питания отличаются высоким качеством изоляции: ток утечки — не более 500 мкА, что бывает важно в том случае, если сетевая розетка плохо заземлена или вовсе не заземлена.

Как видите, требования, предъявляемые к высококачественным устройствам, очень жесткие. Было бы неплохо, если бы ваш блок питания им соответствовал. Фирмы, о которых упоминалось в этой главе, выпускают блоки питания, параметры которых соответствуют параметрам, приведенным выше.

Для оценки качества блока питания используются различные критерии. Источник питания — компонент, значением которого пренебрегают многие потребители при посещении магазина персональных компьютеров, и поэтому некоторые сборщики ПК могут сокращать расходы на него. В конце концов, гораздо чаще дилер увеличивает цену компьютера, устанавливая дополнительную память или жесткий диск большей емкости, а не более совершенный источник питания.

При покупке компьютера (или замене блока питания) необходимо обратить внимание на следующие параметры источника питания.

- *Среднее время наработки на отказ* (*среднее время безотказной работы*), или *среднее время работы до первого отказа* (*параметр MTBF* (*Mean Time Between Failures*) или *MTTF* (*Mean Time To Failure*)). Расчетный средний интервал времени в часах, в течение которого ожидается, что источник питания будет функционировать корректно. Среднее время безотказной работы источников питания (например, 100 000 часов или больше), как правило, определяется не в результате эмпирического испытания, а иначе. Фактически, изготовители применяют ранее разработанные стандарты, чтобы вычислить вероятность отказов дискретных компонентов источника питания. При вычислении среднего времени безотказной работы для источников питания часто используются данные о нагрузке блока питания и температуре среды, в которой выполнялись испытания.
- *Диапазон изменения входного напряжения* (или *рабочий диапазон*), при котором может работать источник питания. Для напряжения 110 В в диапазон изменения входного напряжения обычно входят значения от 90 до 135 В; для входного напряжения 220 В — от 180 до 270 В.
- *Пиковый ток включения*. Это самое большое значение тока, обеспечиваемое источником питания в момент его включения; выражается в амперах (А). Чем меньше ток, тем меньший тепловой удар испытывает система.
- *Время* (в миллисекундах) *удержания выходного напряжения* в пределах точно установленных диапазонов напряжений *после отключения входного напряжения*. Обычно 15–25 миллисекунд для сегодняшних блоков питания.
- *Переходная характеристика*. Количество времени (в микросекундах), которое требуется источнику питания для установления выходного напряжения в точно определенном диапазоне после крутого изменения тока на выходе. Другими словами, количество времени, требуемое для стабилизации уровней выходных напряжений после включения или выключения системы. Источники питания рассчитаны на равномерное (в определенной степени) потребление тока устройствами компьютером. Когда устройство прекращает потребление мощности (например, когда в дисководе останавливается вращение дискеты), блок питания может подать слишком высокое выходное напряжение в течение краткого времени. Это явление называется *выбросом*; переходная характеристика — это время, которое источник питания затрачивает на то, чтобы значение напряжения возвратилось к точно установленному уровню. За последние годы удалось достичь значительных успехов в решении проблем, связанных с явлениями выбросов в источниках питания.

- *Защита от перенапряжений.* Это значения (для каждого вывода), при которых срабатывают схемы защиты и источник питания отключает подачу напряжения на конкретный вывод. Значения могут быть выражены в процентах (например, 120% — для +3,3 и +5 В) или так же, как и напряжения (например, +4,6 В — для вывода +3,3 В и 7,0 В — для вывода +5 В).
- *Максимальный ток нагрузки.* Это самое большое значение тока (в амперах), который может быть подан на конкретный вывод (без нанесения ущерба системе). Этот параметр указывает конкретное значение силы тока для каждого выходного напряжения. По этим данным вы можете вычислять не только общую мощность, которую может выдать блок питания, но и количество устройств, которые можно подключить к нему.
- *Минимальный ток нагрузки.* Самое меньшее значение тока (в амперах), который может быть подан на конкретный вывод (без нанесения ущерба системе). Если ток, потребляемый устройствами на конкретном выводе, меньше указанного значения, то источник питания может быть поврежден или может автоматически отключиться.
- *Стабилизация по нагрузке (или стабилизация напряжения по нагрузке).* Когда ток на конкретном выводе увеличивается или уменьшается, слегка изменяется и напряжение. Стабилизация по нагрузке — изменение напряжения для конкретного вывода при перепадах от минимального тока нагрузки до максимального тока нагрузки (или наоборот). Значения выражаются в процентах, причем обычно они находятся в пределах от ±1% до ±5% для выводов +3,3, +5 и +12 В.
- *Стабилизация линейного напряжения.* Это характеристика, описывающая изменение выходного напряжения в зависимости от изменения входного напряжения (от самого низкого до самого высокого значения). Источник питания должен корректно работать при любом переменном напряжении в диапазоне изменения входного напряжения, причем на выходе напряжение может изменяться на 1 процент или меньше.
- *Эффективность (КПД).* Отношение мощности, подводимой к блоку питания, к выходной мощности; выражается в процентах. Для современных источников питания значение эффективности обычно равно 65–85%. Оставшиеся 15–35% подводимой мощности преобразуются в тепло в процессе превращения переменного тока в постоянный. Хотя увеличение эффективности (КПД) означает уменьшение количества теплоты внутри компьютера (это всегда хорошо) и более низкие счета за электричество, оно не должно достигаться за счет точности стабилизации независимо от нагрузки на блок питания и других параметров.
- *Пульсация (Ripple)* (или *пульсация и шум (Ripple and Noise)*, или *пульсация напряжения (AC Ripple)*, или *PARD [Periodic and Random Deviation — Периодическая и Случайная Девиация]*, или *шум*, *уровень шума*). Среднее значение пиковых (максимальных) отклонений напряжения на выводах источника питания; измеряется в милливольтах (среднеквадратичное значение). Эти колебания напряжения могут быть вызваны переходными процессами внутри источника питания, колебаниями частоты подводимого напряжения и другими случайными помехами.

Расчет потребляемой мощности

Чтобы выяснить, можно ли модернизировать компьютер, сначала вычислите мощность, потребляемую его отдельными узлами, а затем определите мощность блока питания. После этого станет ясно, нужно ли заменять блок питания на более мощный. К сожалению, эти расчеты не всегда удается выполнить, потому что многие фирмы-производители не сообщают, какую мощность потребляют их изделия.

Довольно сложно определить этот параметр для устройств с напряжением питания +5 В, включая системную плату и платы адаптеров. Мощность, потребляемая системной платой, зависит от нескольких факторов. Большинство системных плат с процессором 486DX2 потребляет ток около 5 А, но будет лучше, если вы как можно точнее вычислите значение тока для вашей конкретной платы. Хорошо, если вам удастся найти точные данные для плат расширения; если их нет, то проявите разумный консерватизм и исходите из максимальной мощности потребления для плат адаптеров, допускаемой стандартом используемой шины.

Рассмотрим для примера типичный современный компьютер. В большинстве настольных систем и компьютеров типа Slimline устанавливаются блоки питания мощностью 200 Вт с допустимыми токами 20 А (от источника +5 В) и 8 А (от источника +12 В). В каждый слот шины ISA можно установить адаптер, потребляющий максимум 2,0 А от источника +5 В и 0,175 А — от +12 В. В большинстве компьютеров имеется восемь слотов. Допустим, что в четырех из них установлены платы адаптеров. Пример расчета приведен в следующей таблице.

Источник +5 В		**20,0 А**
Потребление:	системная плата	–5,0
	четыре адаптера по 2,0 А	–8,0
	жесткий диск на 3,5"	–0,5
	дисководы для гибких дисков на 3,5" и 5,25"	–1,5
	CD-ROM	–1,0
Запас по току		4,0 А
Источник +12 В		**8,0 А**
Потребление:	четыре адаптера по 0,175 А	–0,7
	жесткий диск на 3,5"	–1,0
	дисководы для гибких дисков на 3,5" и 5,25"	–1,0
	CD-ROM	–1,0
	вентилятор	–0,1
Запас по току		4,2 А

Если в компьютере заполнена половина слотов, есть два накопителя на гибких дисках и один накопитель на жестком диске, то в него можно установить дополнительные устройства. Однако при дальнейшей модернизации могут возникнуть проблемы, связанные с питанием. Ясно, что заполнить все слоты и добавить два или три жестких диска невозможно из-за перегрузки источника, рассчитанного на +5 В, хотя у источника +12 В резерв еще остается. Можно добавить дисковод CD-ROM или второй жесткий диск, не особенно беспокоясь о потреблении тока на этом разъеме, но ток, потребляемый от источника +5 В, будет близок к предельному. Если предполагается значительное расширение возможностей компьютера, например добавление устройств мультимедиа, то лучше установить более мощный блок питания. Например, блок питания мощностью 250 Вт обеспечивает токи до 25 А от источника +5 В и до 10 А — от +12 В, а в 300-ваттном блоке от 5-вольтового источника можно получить ток до 32 А. Разумеется, с такими блоками питания возможностей расширения становится больше. Поэтому данные блоки питания, как правило, устанавливают в полноразмерных настольных системах или корпусах типа Tower, где их "способности" могут оказаться весьма кстати.

Ток потребления системных плат от источника +5 В колеблется от 4 до 15 А (иногда эти значения больше). Один процессор Pentium с тактовой частотой 66 МГц потребляет ток 3,2 А, а в компьютерах со сдвоенным процессором Pentium и тактовой частотой 100 МГц только на процессоры приходится 6,4 А. Процессор Pentium Pro с тактовой частотой 200 МГц или процессор Pentium II с тактовой частотой 400 МГц потребляет ток до 15 А. Если на системной плате устанавливают ОЗУ емкостью 128 Мбайт, то ток, потребляемый системной платой может возрасти до 40 А. Большинство системных плат с процессором 486DX2 потребляет ток от 5 до 7 А. Допустимые токи нагрузки каждого слота для различных стандартов шин приведены в табл. 6.11.

Как видно из таблицы, ток, потребляемый в каждом слоте шины ISA, не превышает 2,0 А от источника +5 В и 0,175 А — от +12 В. Отметим, что это максимальные значения, и далеко не все платы потребляют такие токи. Если у слота есть расширение VL-Bus, то значение максимально допустимого тока увеличивается еще на 2,0 А (от источника +5 В).

Таблица 6.11. Максимальный потребляемый ток в каждом слоте шины (А)

Тип шины	Источник +5 В	Источник +12 В	Источник +3,3 В
ISA	2,0	0,175	Не используется
EISA	4,5	1,5	Не используется
VL-Bus	2,0	Не используется	Не используется
16-разрядная MCA	1,6	0,175	Не используется
32-разрядная MCA	2,0	0,175	Не используется
PCI	5,0	0,5	7,6

Мощность, потребляемая накопителями на гибких дисках, может быть разной, но двигатели большинства новых дисководов формата 3,5" питаются от того же источника напряжения +5 В, что и логические схемы, и потребляют ток около 1,0 А. Напряжение +12 В в них не используется. В большинстве дисководов формата 5,25" устанавливаются стандартные 12-вольтовые двигатели с рабочим током, приблизительно равным 1,0 А. Кроме того, для питания их логических схем используется напряжение +5 В при токе до 0,5 А. Наконец, большинство вентиляторов работает от источника на +12 В, потребляя довольно малый ток (около 0,1 А).

Обычные накопители на жестких дисках диаметром 3,5 дюйма потребляют ток около 1,0 А от источника +12 В (для питания двигателей) и всего 0,5 А — от 5-вольтового источника (для питания логических схем). Накопители на дисках диаметром 5,25 дюйма, особенно полноразмерные, потребляют значительно бо́льшую мощность. Еще одна проблема состоит в том, что при запуске дисководы жестких дисков потребляют значительно бо́льшую мощность, чем при обычной работе: на этом этапе энергопотребление (от 12-вольтового источника) удваивается. Например, в режиме разгона полноразмерный накопитель может потреблять ток до 4,0 А. После перехода в стационарный режим потребляемая мощность снижается.

Приводимые фирмами-производителями значения максимальной выходной мощности блоков питания никак не связаны со временем, т.е. они могут работать с паспортной нагрузкой неограниченно долго. В течение непродолжительного времени блоки питания могут вырабатывать гораздо бо́льшую мощность. Например, в течение одной минуты выходная мощность может на 50% превысить номинальную. Именно поэтому мощность блока питания, указанную в паспорте, можно считать достаточной, несмотря на то что в процессе разгона дисководов она может быть превышена. После окончания разгона потребление энергии снижается до приемлемого уровня. Однако длительное превышение номинальной мощности приводит к перегреву блока питания и его выходу из строя.

Совет

Устанавливая в компьютер SCSI-накопители, воспользуйтесь одним полезным приемом, который позволит снизить нагрузку на блок питания при их запуске. Установите для SCSI-накопителя опцию Remote Start (дистанционное включение), и он начнет вращаться только после поступления команды запуска с шины SCSI. При этом накопитель не включится почти до самого конца процедуры POST; он запустится только тогда, когда начнется выполнение раздела POST, относящегося к проверке шины SCSI. Включение нескольких SCSI-накопителей происходит последовательно, в соответствии с установленными идентификаторами (SCSI ID), и в каждый момент времени запускается только один накопитель, причем только после приведения остальных компонентов системы в рабочее состояние. Этот прием позволит значительно снизить нагрузку на блок питания при включении компьютера (что особенно важно в портативных моделях, в которых приходится экономить каждый ватт).

Обычно превышение допустимой мощности происходит при заполнении слотов и установке дополнительных дисководов. Некоторые жесткие диски, CD-ROM, накопители на гибких дисках и другие устройства могут перегрузить блок питания компьютера. Обязательно проверьте, достаточно ли мощности источника +12 В для питания всех дисководов. Особенно это относится к компьютерам с корпусом Tower, в котором предусмотрено много отсеков для накопителей. Проверьте также, не окажется ли перегруженным источник +5 В при установке всех адаптеров, особенно при использовании плат для шин VL-Bus и EISA. С одной стороны, лучше перестраховаться, а с другой — имейте в виду, что большинство плат потребляет меньшую мощность, чем максимальная величина, допустимая стандартом шины.

Многие пользователи компьютеров заменяют блок питания только после того, как он сгорит. Конечно, при ограниченном бюджете принцип "не сломался — не трогай" в какой-то мере оправдан. Однако часто блоки ломаются не совсем: они продолжают работать, периодически отключаясь или подавая на свои разъемы нештатные значения напряжений. Компьютер при этом работает, но его поведение абсолютно непредсказуемо. Вы будете искать причину в программе, хотя действительным виновником является перегруженный блок питания.

Очень многие опытные пользователи персональных компьютеров предпочитают не применять метод расчета мощности, приведенный выше. Они просто покупают компьютеры с высококачественным источником питания, рассчитанным на 300 или 350 Вт (или устанавливают такой источник самостоятельно) и затем при модернизации системы не задумываются о потребляемой мощности. Если вы не планируете собрать систему с шестью дисководами SCSI и дюжиной других внешних устройств, то, вероятно, не превысите возможности такого блока питания.

Выключать или пусть работает?

Вопрос: "Нужно ли выключать компьютер на время перерыва в работе?" — связан с блоками питания. Чтобы ответить на него, надо знать некоторые свойства электрических компонентов и причины, по которым они выходят из строя. Учитывая это, а также требования техники безопасности и цены на электроэнергию, вы можете сделать вывод сами.

Частые включения и выключения компьютера приводят к износу и преждевременному выходу из строя его компонентов. Этот факт довольно хорошо известен, хотя причины его далеко не всегда столь очевидны, как кажется на первый взгляд. Многие считают, что частые включения и выключения вредны потому, что приводят к электрическим перегрузкам. Однако чаще всего главная причина кроется в температуре. Компьютер выходит из строя не от электрического, а от теплового удара. При прогреве компьютера компоненты расширяются, а при охлаждении — сжимаются, что уже само по себе является серьезным испытанием. Кроме того, различные материалы имеют различные коэффициенты теплового расширения, т.е.

расширяются и сжимаются в различной степени. Со временем тепловые удары начинают сказываться на работе многих компонентов компьютера.

Для обеспечения надежности системы ее необходимо максимально оградить от тепловых ударов. При включении компьютера температура его компонентов за полчаса (или за меньшее время) повышается приблизительно до 85°С. При его выключении происходит обратное: компоненты быстро охлаждаются до температуры окружающей среды. Каждый из них расширяется и сжимается в различной степени (и с разной скоростью), что приводит к появлению механических напряжений.

Температурное расширение и сжатие — главная причина отказов компонентов. Корпуса микросхем могут потрескаться, что приводит к проникновению внутрь влаги и ухудшению их параметров вплоть до полного отказа. Как внутри ИС, так и на печатных платах возникают обрывы проводников. Компоненты с поверхностным (планарным) монтажом расширяются и сжимаются иначе, чем печатня плата. При этом в местах пайки возникают большие напряжения. Со временем пайка может разрушиться, и контакт пропадет. Компоненты с теплоотводами, например процессоры, транзисторы и стабилизаторы напряжения, могут перегреться и выйти из строя из-за ухудшения теплопередачи между ними и теплоотводами. Периодические изменения температуры вызывают смещения в разъемных соединениях, что приводит к периодическим нарушениям контактов.

Тепловое расширение и сжатие действует не только на микросхемы и печатные платы, но и на жесткие диски. В большинстве современных накопителей на жестких дисках предусмотрена тепловая компенсация, при которой позиции головок корректируются относительно расширяющихся и сжимающихся дисков. Во многих накопителях они выполняются через каждые 5 мин в течение первого получаса после включения, а затем — через каждые 30 мин. Эта операция часто сопровождается характерным потрескиванием.

Из сказанного следует, что для увеличения срока службы компьютера в нем лучше поддерживать постоянную температуру, т.е. оставлять его постоянно включенным или выключенным. (Идеальный вариант — вообще никогда не включать компьютер, тогда он действительно простоит очень долго!)

Не подумайте только, что мы предлагаем держать ваш компьютер включенным 24 часа в сутки. Это совсем не так! Включенный и оставленный без присмотра компьютер может стать причиной пожара, а перетаскивать включенный компьютер с места на место — самый верный способ вывести его из строя. И, в конце концов, это просто бессмысленная трата электроэнергии.

На основе вышесказанного рекомендуется включать компьютер в начале рабочего дня и выключать в конце. Не выключайте его на обед, перекуры и прочие короткие перерывы. Естественно, серверы и им подобные системы должны работать постоянно.

Управление питанием

Большие дисплеи, устройства чтения компакт-дисков и звуковые адаптеры при работе потребляют значительную мощность. Чтобы уменьшить потребляемую мощность, разработано несколько программ и стандартов.

Для стандартных настольных систем управление питанием — вопрос экономии и удобства. Выключая отдельные узлы (компоненты) персонального компьютера, когда они не используются, вы можете уменьшить счет за электричество и избежать необходимости включать и выключать компьютер вручную.

Для портативных компьютеров управление питанием гораздо более важно. Постоянная работа дисковода CD-ROM, динамиков и других узлов (компонентов) в портативном компьютере приводят к тому, что во многих случаях сокращается и без того короткий срок службы батареи. Теперь, благодаря усовершенствованию технологии управления питанием, в портативном компьютере напряжение может подаваться только к тем узлам (компонентам), кото-

рые используются в данный момент фактически, что продлевает срок, в течение которого аккумуляторная батарея не нуждается в подзарядке.

Системы, обладающие сертификатом Energy Star

EPA (Environmental Protection Agency — Агентство по защите окружающей среды) начало кампанию сертификации энергосберегающих персональных компьютеров и периферийного оборудования. Компьютер или монитор во время продолжительного простоя должен снизить энергопотребление до 30 Вт и ниже. Система, удовлетворяющая этим требованиям, может получить сертификат *Energy Star*. Эта кампания — добровольная, из чего следует, что получать такой сертификат вовсе не обязательно. Однако производители компьютеров обнаружили такую закономерность, что ПК с сертификатом *Energy Star* лучше продаются.

Одна из проблем, возникающих при использовании таких систем, заключается в том, что системная плата и приводы дисковых накопителей могут буквально "впадать в спячку". Это означает, что они входят в режим ожидания и потребляют очень мало энергии, что приводит к порче некоторых старых блоков питания, поскольку оборудование с низким потреблением энергии не обеспечивает загрузки блока питания, необходимой для его нормального функционирования. Большинство имеющихся на рынке блоков рассчитано на работу с такими системами и имеет очень низкое значение минимальной нагрузки. Покупая блок питания, убедитесь в том, что оборудование системы при работе в режиме ожидания обеспечивает минимальную нагрузку. В противном случае, после того как система "уснет", отсутствие нагрузки приведет к запуску цикла переключения питания, который снова ее "разбудит"! Эта проблема может быть довольно актуальной для системы, использующей очень мощный блок питания и оборудование, потребляющее мало энергии.

Усовершенствованная система управления питанием

Стандарт усовершенствованной системы управления питанием (Advanced Power Management, APM) разработан Intel совместно с Microsoft. Этот стандарт определяет ряд интерфейсов между аппаратными средствами управления питанием и операционной системой компьютера. Полностью реализованный стандарт APM позволяет автоматически переключать компьютер между пятью состояниями в зависимости от текущего состояния системы. Каждое последующее состояние в приведенном ниже списке характеризуется дальнейшим уменьшением потребления энергии.

- *Full On*. Система полностью включена.
- *APM Enabled*. Система работает, некоторые устройства являются объектами управления для системы управления питанием. Неиспользуемые устройства могут быть выключены, может быть также остановлена или замедлена (т.е. снижена тактовая частота) работа тактового генератора центрального процессора.
- *APM Standby* (Резервный режим). Система не работает, большинство устройств находятся в состоянии потребления малой мощности. Работа тактового генератора центрального процессора может быть замедлена или остановлена, но необходимые параметры функционирования хранятся в памяти. Пользователь или операционная система может запустить компьютер из этого состояния почти мгновенно.
- *APM Suspend* (режим приостановки). Система не работает, большинство устройств пассивно. Тактовый генератор центрального процессора остановлен, а необходимые параметры функционирования хранятся на диске и при необходимости могут быть считаны в память для восстановления работы системы. Чтобы запустить систему из этого состояния, требуется некоторое время.
- *Off* (система отключена). Система не работает. Источник питания выключен.

Для реализации режимов APM требуются аппаратные средства и программное обеспечение. Источниками питания ATX можно управлять с помощью сигнала Power_On и факультативного разъема питания с шестью штырьками. (Необходимые для этого команды выдаются программой.) Изготовители также встраивают такие же устройства управления в другие элементы системы, например в системные платы, мониторы и дисководы.

Операционные системы (такие как Windows 9*x*), которые поддерживают APM, при наступлении соответствующих событий запускают программы управления питанием, "наблюдая" за действиями пользователя и прикладных программ. Однако операционная система непосредственно не посылает сигналы управления питанием аппаратным средствам.

Система может иметь много различных аппаратных устройств и много различных программных функций, используемых при выполнении функций APM. Чтобы разрешить проблему сопряжения этих средств в операционной системе и аппаратных средствах предусмотрен специальный абстрактный уровень, который облегчает связь между различными элементами архитектуры APM.

Операционная система выполняет программу — драйвер APM, который связывается с различными прикладными программами и программными функциями. Именно они запускают действия управления питанием, причем все аппаратные средства, совместимые с APM, связываются с системной BIOS (базовой системой ввода-вывода). Драйвер APM и базовая система ввода-вывода связаны напрямую; именно эту связь использует операционная система для управления режимами аппаратных средств.

Таким образом, чтобы функционировали средства APM, необходим стандарт, поддерживаемый схемами, встроенными в конкретные аппаратные устройства системы, системная BIOS (базовая система ввода-вывода) и операционная система с драйвером APM. Если хотя бы один из этих компонентов отсутствует, APM работать не будет.

Совет

Если управление питанием является причиной неправильной работы операционной системы или машинных сбоев, проще всего отключить APM с помощью системной BIOS. В большинстве базовых систем ввода-вывода, в которых предусмотрена поддержка APM, имеется опция отключения средств APM. Эта опция позволяет разорвать цепочку, связывающую операционную систему и аппаратные средства. Средства управления питанием работать в этом случае не будут. Можно достигнуть того же самого эффекта, удалив драйвер APM из операционной системы. Однако средства самонастройки операционной системы Windows 9*x* обнаруживают аппаратные средства APM системы всякий раз, когда вы перезагружаете компьютер, и стремятся повторно установить драйвер APM.

Проблемы, связанные с блоками питания

Недостаточно мощный блок питания может ограничить возможности расширения компьютера. Некоторые компьютеры, в частности модели Desktop и Tower, выпускаются с довольно мощными блоками питания, которые рассчитаны на то, что в будущем в систему будут установлены новые (дополнительные) узлы. Большинство Desktop- и Tower-систем сконструировано именно таким образом. Однако в других компьютерах блоки питания имеют настолько низкую мощность, что попытки установить в них мало-мальски приемлемый набор дополнительных модулей заранее обречены на провал.

Это особенно характерно для портативных компьютеров, в которых определяющим фактором для блока питания являются его размеры. Установка дополнительных устройств во многие старые компьютеры также весьма проблематична из-за недостаточно мощного блока питания. Например, мощности блока питания первого PC (63,5 Вт) едва хватало для основных компонентов. Добавьте видеоплату, жесткий диск, сопроцессор, увеличьте объем памяти

до 640 Кбайт — и вы сожжете блок питания в одно мгновенье! Мощность блока питания должна соответствовать энергетической потребности сразу *всех* компонентов компьютера.

Паспортное значение мощности, указанное на блоке питания, не должно вводить вас в заблуждение. Не все блоки питания, например на 200 Вт, одинаковы. Те, кто имели дело с высококачественными акустическими системами, знают, что одни "ватты" лучше, чем другие. Дешевые блоки питания, наверное, могут развивать мощность, указанную в паспорте, а как обстоят дела с помехами и качеством напряжений в цепях питания? Одни блоки питания с трудом "вытягивают" свои параметры, а другие работают с большим запасом. Выходные напряжения многих дешевых блоков питания нестабильны, в них присутствуют шумы и помехи, что может привести к многочисленным проблемам. Кроме того, они обычно сильно нагреваются сами и нагревают все остальные узлы. В предыдущем разделе шла речь о тех неприятностях, к которым приводят перепады температур, и вы уже знаете, что, чем больше компьютер нагревается, тем короче срок его службы. Большинство специалистов рекомендуют заменять установленные в компьютерах блоки питания на более мощные. Поскольку конструкции этих блоков стандартизованы, найти замену для большинства систем не составит особого труда.

В некоторых подходящих для замены блоках питания установлены более мощные вентиляторы, что позволяет решить проблемы, связанные с перегревом (особенно в современных системах с мощными процессорами), и продлить срок службы компьютера. Если вас раздражает шум, приобретите специальные модели с бесшумными вентиляторами. Эти вентиляторы имеют больший диаметр, чем обычные, вращаются с меньшей скоростью, но создают такой же воздушный поток, что и другие модели. На производстве мощных и бесшумных блоков питания специализируется компания PC Power and Cooling. Фирма Astec также выпускает подобные модели. Ее изделия устанавливаются в высококачественных компьютерах фирм IBM, Hewlett-Packard и др.

Важную роль в обеспечении надежной работы ПК играет вентиляция. Для охлаждения различных компонентов компьютера необходим определенный воздушный поток. Большинство современных процессоров устанавливается на теплоотводах, которые нуждаются в постоянном обдуве. Если для этого предусмотрен отдельный вентилятор, то особых проблем не возникает. Что же касается остальных компонентов, можно посоветовать следующее. Если часть слотов свободна, расставьте платы так, чтобы обеспечить свободную циркуляцию воздуха между ними. Установите самые нагревающиеся платы поближе к вентилятору или вентиляционным отверстиям в корпусе. Обеспечьте достаточное обдувание жестких дисков, особенно тех, которые вращаются с высокой скоростью. При работе некоторых накопителей выделяется значительное количество тепла, и перегрев жесткого диска приводит к потере данных.

Компьютер всегда должен работать с закрытой крышкой. В противном случае он перегреется, так как вентилятор блока питания будет обдувать лишь блок питания, а остальные компоненты будут охлаждаться за счет конвекции. Хотя большинство компьютеров перегревается не сразу, некоторые системы, особенно те, в которых установлено много дополнительных устройств, перегреваются при снятой крышке за 15–30 мин.

Кроме того, все пустые отсеки должны быть закрыты. В противном случае через отверстия в корпусе может свободно проникать воздух, а это может нарушить воздушный поток внутри компьютера и вызвать повышение температуры.

Если вы подозреваете, что компьютер плохо работает из-за перегрева, то замените блок питания более мощным. Можно также попытаться установить специальный блок питания с мощным вентилятором (одна из фирм выпускает даже так называемую *плату вентилятора*). Правда, лично у меня эта идея вызывает сомнения: если вентилятор не обеспечивает приток холодного воздуха в корпус или отток теплого воздуха наружу, значит, он просто гоняет горячий воздух внутри компьютера, охлаждая только то место, на которое направлен поток. Эффект от установки такого вентилятора может быть даже отрицательным: температура воздуха внутри компьютера повысится, так как сам вентилятор тоже выделяет тепло.

Вентиляторы, смонтированные на ИС процессоров, являются исключением из этого правила, так как они охлаждают только микропроцессоры. Многие современные процессоры во время работы разогреваются так, что обычный пассивный теплоотвод не может их охладить. В этом случае небольшой вентилятор, смонтированный прямо на процессоре, позволяет обеспечить "точечное" охлаждение и снизить температуру ИС. Один из недостатков такого способа активного охлаждения процессора состоит в том, что при выходе вентилятора из строя микропроцессор мгновенно перегревается и тоже может выйти из строя. Постарайтесь обойтись без лишних вентиляторов, используя теплоотводы максимально возможных размеров (из рифленого алюминия).

Совет

Если заклеить изолентой отверстия в днище шасси компьютера, то можно снизить внутреннюю температуру на 5–10° С. Происходит это благодаря улучшению внутренней "аэродинамики" и обдува наиболее сильно нагревающихся компонентов. (Фирма IBM приклеивала специальную ленту на каждый компьютер XT.) В других совместимых системах это ухищрение может не сработать из-за различий в конструкциях корпусов.

Независимо от того, на какой системе вы работаете, не забывайте закрывать отверстия в позициях пустых отсеков. Если после удаления устройства вы не закроете отверстие заслонкой, то температура внутри корпуса повысится.

Диагностика неисправностей блоков питания

Чтобы найти неисправности в блоке питания, не стоит его вскрывать и пытаться ремонтировать, поскольку через него проходят высокие напряжения. Подобные работы должны выполнять только специалисты, знающие толк в этом деле.

О неисправности блока питания можно судить по многим признакам. Например, сообщения об ошибках четности часто свидетельствуют о неполадках в блоке питания. Это может показаться странным, поскольку подобные сообщения должны появляться при неисправностях ОЗУ. Связь, однако, в данном случае очевидна: микросхемы памяти получают напряжение от блока питания, и, если это напряжение не соответствуют определенным требованиям, происходят сбои. Нужен некоторый опыт, чтобы с уверенностью сказать, когда причиной этих сбоев является неправильное функционирование самих микросхем ОЗУ, а когда причина скрыта в блоке питания. Еще один критерий оценки — повторяемость ошибки. Если сообщения об ошибках четности появляются часто и адрес ячейки памяти всегда один и тот же, то подозрение должно пасть, в первую очередь, на саму память. Но если ошибки хаотичны или адрес ячейки памяти все время изменяется, то причина, скорее всего, кроется в блоке питания. Ниже перечислены проблемы, возникающие при неисправности блока питания.

- Любые ошибки и зависания при включении компьютера.
- Спонтанная перезагрузка или периодические зависания во время обычной работы.
- Хаотичные ошибки четности или другие ошибки памяти.
- Одновременная остановка жесткого диска и вентилятора (нет напряжения +12 В).
- Перегрев компьютера из-за выхода из строя вентилятора.
- Перезапуск компьютера из-за малейшего снижение напряжения в сети.
- Удары электрическим током во время прикосновения к корпусу компьютера или к разъемам.
- Небольшие статические разряды, нарушающие работу системы.

Практически любые сбои в работе компьютера могут быть вызваны неисправностью блока питания. Есть, конечно, и более очевидные признаки, например:

- компьютер вообще не работает (не работает вентилятор, на дисплее нет курсора);
- появление дыма;
- на распределительном щитке сгорел сетевой предохранитель.

Если вы подозреваете, что неисправен блок питания, то выполните описанные ниже простые измерения и тесты. Поскольку во время проведения этих измерений некоторые периодически возникающие неисправности могут оказаться незамеченными, полезно иметь запасной блок питания для более длительных проверок. Если после установки исправного запасного устройства симптомы неисправности исчезают, то можно считать, что их причина установлена.

Цифровые мультиметры

Простейший тест блока питания — измерение его выходных напряжений, которое позволяет определить, вырабатываются ли они вообще и находятся ли их значения в допустимых пределах. Учтите, что все измерения напряжений должны выполняться при подключенных номинальных нагрузках, т.е. блок питания удобнее всего проверять, не извлекая его из компьютера.

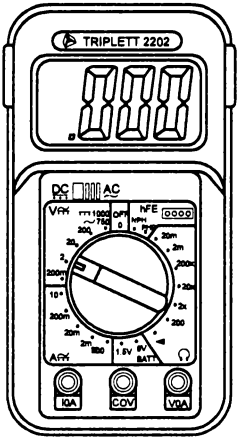


Рис. 6.10. Типичный цифровой мультиметр

Выбор измерительного прибора. Для измерения напряжений и сопротивлений вам понадобится цифровой мультиметр или цифровой вольтметр (рис. 6.10). Применяйте только цифровые приборы, поскольку в старых стрелочных устройствах при измерении сопротивления используется испытательное напряжение около +9 В, которое может вывести из строя почти все схемы компьютера. В цифровых приборах для этого используется гораздо более низкое напряжение (обычно +1,5 В), вполне безопасное для электронных компонентов. Выпускается множество подобных приборов разных размеров и с разными возможностями; лично я предпочитаю карманные модели, поскольку их можно носить с собой.

Хороший мультиметр должен обладать следующими свойствами.

- *Карманный размер.* Преимущества таких приборов очевидны, хотя, естественно, они обладают меньшими возможностями по сравнению со стационарными устройствами. Правда, при работе с компьютерами эти возможности, как правило, остаются невостребованными.

- *Защита от перегрузки.* Это означает, что при попытке измерить напряжение или ток, величина которого превышает диапазон допустимых входных сигналов прибора, он не выходит из строя. У дешевых приборов такой защиты нет.
- *Автоматический выбор пределов измерения.* При измерении напряжений и сопротивлений прибор сам выбирает оптимальный диапазон. Это удобнее, чем выбирать его вручную, хотя в хороших приборах предусмотрены обе возможности.
- *Сменные щупы.* Измерительные щупы и провода довольно быстро выходят из строя; кроме того, при выполнении измерений иногда требуются щупы и пробники разной формы. У дешевых приборов измерительные выводы присоединены "намертво", и заменить их — большая проблема. Покупайте мультиметр со сменными измерительными выводами, которые вставляются в гнезда на корпусе прибора.
- *Возможность "прозвонки" цепей.* Конечно, для проверки замкнутости цепи можно измерить ее сопротивление (оно должно быть близким к нулевому значению), но удобнее, когда при касании щупами замкнутой цепи подается звуковой сигнал. Процесс проверки, например, многожильных кабелей при этом существенно ускоряется. Воспользовавшись хоть раз таким прибором, вы больше никогда не захотите проверять цепи омметром!
- *Автоматическое выключение.* Портативные мультиметры получают питание от батарей, и их можно быстро "посадить", если не выключить прибор по окончании работы. В хороших приборах это делается автоматически по истечении определенного времени после последнего измерения.
- *Автоматическое запоминание результата.* Если в мультиметре предусмотрена такая возможность, то последний стабильный отсчет выполненного измерения сохраняется на индикаторе даже по окончании измерения. Это удобно при измерениях в труднодоступных местах, когда все ваше внимание сосредоточено на щупах.
- *Регистрация максимального и минимального значений.* Прибор запоминает эти значения, и затем их можно вывести на индикатор. Это бывает необходимо при измерениях быстро изменяющихся величин, которые сложно отследить.

Несмотря на то, что базовый цифровой карманный мультиметр можно приобрести приблизительно за 20 долларов, прибор, обладающий всеми перечисленными возможностями, стоит около 100–200 долларов. Radio Shack предлагает прекрасные недорогие модели; модели высокого класса выпускают фирмы Allied, Newark и Digi-Key.

Измерение напряжений. Если вы выполняете измерения в работающем компьютере, то, для того чтобы добраться до нужных контактов, придется идти на ухищрение, называемое *прощупыванием с обратной стороны.* Это связано с тем, что большинство разъемов, на которых нужно измерить напряжения, соединено с ответственными компонентами и разъединять их в работающей системе нельзя, поэтому все измерения приходится проводить с обратной стороны разъема. Дело в том, что практически во всех разъемах обратная сторона (с которой в него входят провода или жгуты) открыта, и тонким пробником можно добраться до металлической вставки-контакта с обратной стороны разъема, аккуратно ведя щуп вдоль интересующего вас провода. Практически все описываемые ниже измерения можно выполнить только таким способом.

Итак, вначале необходимо проверить сигнал Power_Good (контакт P8/1 в компьютерах AT, Baby AT, LPX; контакт 8 в компьютерах ATX), напряжение которого должно колебаться от +3 до +6 В. Если напряжение имеет другое значение, компьютер воспримет это как неисправность блока питания и работать не будет. Поэтому блок питания в большинстве подобных случаев приходится заменять.

Затем надо измерить напряжения на контактах разъемов системной платы и дисковых накопителей (табл. 6.12). Имейте в виду, что контакты разъемов и допуски на напряжения в разных компьютерах могут быть разными (приведенные в таблице данные характерны для IBM-совместимых компьютеров). Считаются приемлемыми достаточно широкие допуски (от –10% до +8%), особенно для напряжений –5 и –12 В. Однако лучше использовать блоки питания с более жесткими допусками. Большинство фирм-производителей считают исправными только те блоки, напряжения в которых отличаются от номинальных не более чем на 5%, а в случае напряжения ±3,3 В для блока питания ATX допускается отклонение не более чем на 4%. Некоторые фирмы-производители устанавливают еще более жесткие допуски на свои изделия, и при их проверке надо учитывать эти значения. Узнать величины допусков можно из технической документации к компьютеру.

Допуски на напряжение сигнала Power_Good другие, хотя в большинстве компьютеров его номинальная величина равна +5 В. Пороговое напряжение этого сигнала — около +2,5 В, но в большинстве случаев оно находится в диапазоне от +3 до +6 В.

Таблица 6.12. Допуски на значения выходных напряжений блоков питания (В)

	Широкий допуск		Жесткий допуск	
Номинальное напряжение, В	**Мин (–10%), В**	**Макс (+8%), В**	**Мин (–5%), В**	**Макс (+5%), В**
3,3	2,97	3,63	3,135	3,465
±5,0	4,5	5,4	4,75	5,25
±12,0	10,8	12,9	11,4	12,6

Если измеренные значения напряжений выходят за пределы допусков, замените блок питания. Еще раз напомним, что измерения необходимо проводить при номинальной нагрузке, т.е. при работающем компьютере.

Специальная измерительная аппаратура

Для всесторонней проверки блока питания можно воспользоваться некоторыми специализированными устройствами. Поскольку блоки питания в современных компьютерах являются самыми ненадежными компонентами, для профессионалов такие приборы могут оказаться весьма полезными.

Нагрузочные резисторы. При автономной (вне компьютера) проверке блока питания его выходы +5 и +12 В необходимо нагрузить соответствующим образом. Это одна из причин, по которой лучше проверять блок питания, не вынимая его из компьютера. При периодических проверках можно пользоваться запасной системной платой и накопителем на жестком диске.

Если вам приходится часто заниматься подобными измерениями, сделайте несложное приспособление — так называемый *эквивалент нагрузки (нагрузочные резисторы)*. Например, я часто использую в качестве нагрузки источников питания +12 В резистор, который раньше устанавливался в компьютерах AT без жесткого диска. Он вполне подходит для этих целей, но источник +5 В тоже надо чем-то нагружать, да и для 12-вольтового источника иногда бывает нужен другой ток нагрузки (не только 2,4 А).

В качестве нагрузочных резисторов удобно использовать цепь из ламп накаливания. Смонтировав параллельно несколько патронов для них, можно изменять сопротивление нагрузки, вставляя или вынимая лампочки. Для источника с напряжением +12 В подходит стандартная автомобильная лампа #1156. Она имеет мощность 25 Вт (ток нагрузки при этом оказывается приблизительно равным 2,1 А). Сопротивление каждой такой лампы — около

5,7 Ом. Я советую вам смонтировать на изолирующем основании четыре ламповых патрона, а для проверки мощных блоков питания их количество можно увеличить до восьми. Желательно для подключения к такому эквиваленту нагрузки использовать все четыре разъема питания жестких дисков, чтобы более равномерно распределить ток между ними, поскольку максимально допустимый ток каждого разъема ограничен величиной 4,0 А. Теперь к эквиваленту можно подключить разъемы питания дисковых накопителей и установить необходимый ток нагрузки, изменяя количество ламп. При четырех лампах ток нагрузки будет равен примерно 8,0 А, что соответствует максимальной нагрузке стандартного блока питания мощностью 200 Вт (8,0 А от источника +12 В).

Для источника +5 В эти лампы применять нельзя, поскольку при работе с ним они потребляют всего 0,875 А (что составляет приблизительно 4,4 Вт). Даже восемь таких ламп будут потреблять всего 7 А, что при напряжении +5 В составит 35 Вт. Вместо них следует использовать лампы #1493, потребляющие от 5-вольтового источника 2,27 А, или приблизительно 14 Вт. Однако при тестировании 200-ваттного источника питания, для обеспечения его максимальной нагрузки, следует использовать восемь таких ламп.

Возможно, лучшим решением будет использование вместо ламп мощных проволочных резисторов. Для 12-вольтового источника можно включить параллельно несколько резисторов с сопротивлением 6 Ом (50 Вт). Каждый резистор надо дополнить выключателем, с помощью которого можно будет подключить или отключить его от источника питания. Через каждый подключенный резистор будет протекать ток 2,0 А (мощность — 24 Вт), поэтому в целях безопасности выключатели должны быть рассчитаны на 3 А или более. Ясно, что подключение дополнительного резистора будет вызывать приращение тока нагрузки на 2,0 А (или 24 Вт). Обратите внимание, что резисторы могут рассеивать мощность 50 Вт. Вместо одного из резисторов можно подключить лампу #1156 — световая индикация никогда не помешает. Кроме того, по яркости ее свечения можно будет судить об уровне выходного напряжения блока питания, а по колебаниям яркости — о его стабильности. Это даст вам визуальное представление о работоспособности блока.

Такой же тип устройства можно использовать для создания нагрузочной цепи источника напряжения +5 В. Рекомендуется использовать 50-ваттные проволочные резисторы номиналом в 1 Ом, соединенные в такую же параллельную цепь, с переключателями для каждого резистора. Можно включить цепь с одной лампой #1493 для визуального наблюдения за выходом блока питания. Эта лампа будет потреблять 2,75 А, или приблизительно 14 Вт. Каждый 50-ваттный резистор номиналом в 1 Ом по цепи +5 В будет потреблять ток в 5 А и рассеивать мощность 25 Вт. В целях безопасности лучше использовать 50-ваттные резисторы и переключатели, рассчитанные минимум на 5 А. Цепь с четырьмя такими резисторами фактически будет потреблять ток 20 А, что является довольно типичной нагрузкой для 200-ваттного блока питания компьютера по цепи +5 В. Добавив дополнительные резисторы, можно будет проверять более мощные блоки питания. Напомним, что желательно подключать все четыре разъема дисковых накопителей для более равномерного распределения нагрузки между ними. Вам также следует раздобыть разъемы от системной платы (типа P8 и P9) и подключать к ним нагрузку.

Все эти компоненты, в том числе проволочные резисторы, лампы, патроны, разъемы и изоляторы, выпускают фирмы Allied, Newark и Digi-Key.

Трансформатор с регулируемым выходным напряжением. При проверке блока питания желательно иметь возможность регулировать входное (сетевое) напряжение и оценивать реакцию блока на эти изменения. Для этого очень удобно использовать *трансформатор с регулируемым выходным напряжением (автотрансформатор)* (рис. 6.11). Автотрансформатор помещен в корпус, снабженный круговой шкалой и ручкой для перемещения подвижного контакта. Сетевой шнур трансформатора подключается к розетке, а шнур питания компьютера вставляется в гнездо на корпусе трансформатора. Вращая ручку, можно изменять напряжение сети, подаваемое на компьютер.

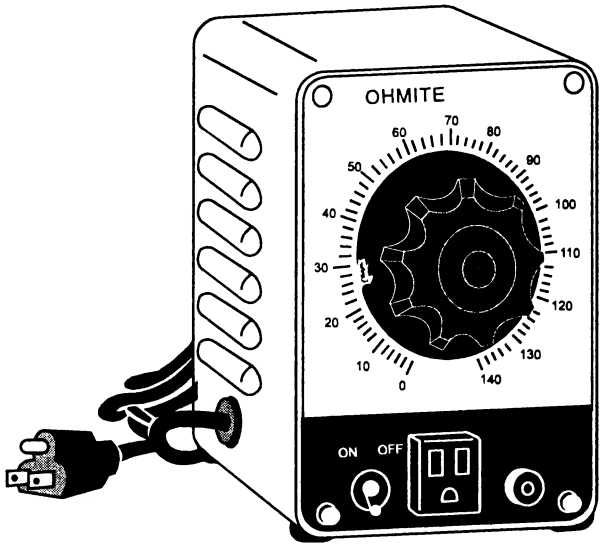


Рис. 6.11. Трансформатор с регулируемым выходным напряжением

С помощью трансформатора можно имитировать понижение или повышение напряжения в сети и проверять реакцию блока питания на эти факторы, в частности на сигнал Power_Good.

Подключите компьютер к выходу трансформатора и понижайте напряжение до тех пор, пока компьютер не отключится. Оцените "запас прочности" блока питания по отношению к колебаниям напряжения сети. Правильно спроектированный блок питания должен работать в диапазоне входных напряжений и отключаться при выходе из этого диапазона.

Если значение входного напряжения ниже допустимого и появляются сообщения об ошибках четности, значит, сигнал Power_Good вырабатывается неправильно, т.е. его уровень остается высоким (соответствует логической единице). В исправных блоках питания в такой ситуации низкий уровень сигнала Power_Good, соответствующий логическому нулю, переводит компьютер в режим постоянного перезапуска.

Автотрансформаторы выпускаются фирмами Allied, Newark и Digi-Key.

Плата PC PowerCheck. Эту плату в стандарте шины ISA, выпускаемую фирмой Data Depot, удобно использовать для проверки блока питания, как в составе компьютера, так и отдельно. На ней установлено несколько светодиодов, индицирующих превышения или недостаточные уровни напряжений, помехи и выбросы на шинах питания. Плата может работать как в режиме непрерывной индикации, так и с "памятью", т.е. любое одиночное событие (например, выброс) будет зарегистрировано, о чем вам будет сообщать постоянно включенный светодиод.

Подключить плату PC PowerCheck к компьютеру можно двумя способами. Проще всего установить ее в слот, как и любую другую плату адаптера. Главное — не перепутать ориентацию платы, так как можно вывести из строя как саму PC PowerCheck, так и системную плату, что гораздо хуже (у этой платы отсутствует металлический кронштейн, поэтому ошибиться — проще простого).

Блок питания можно проверить и отдельно. Его надо вынуть из компьютера и подключить выходные кабели к соответствующим разъемам на плате. У разъемов на плате PC PowerCheck нет ключей. Если на разъемах блока питания такие ключи есть, то соединить обе части может оказаться непросто. Проверьте ориентацию разъемов: если она неправильная, плата выйдет из строя.

В автономном режиме плата PC PowerCheck имитирует системную плату. На ней установлены нагрузочные резисторы, но потребляемые токи нагрузки очень малы: 0,5 А от источника +5 В и 0,1 А — от +12 В. Конечно, такой нагрузки явно недостаточно, и иногда блок питания вообще не запускается. В этом случае необходимо увеличить нагрузку, подключив жесткий диск или эквиваленты нагрузок.

На плате PC PowerCheck установлен светодиод для индикации состояния сигнала Power_Good, но, чтобы он соответствовал именно этому сигналу, блок питания должен проверяться отдельно. При установке платы в слот этот светодиод отображает состояние линии шины Reset, которое, в свою очередь, зависит от сигнала Power_Good, т.е. индикация носит в какой-то степени вторичный характер.

Плата PC PowerCheck удобна для проверки блока питания при ее установке в компьютер, особенно в том случае, если вы не хотите возиться с мультиметром. Она позволяет быстро отсеять дефектные блоки питания для дальнейших проверок и ремонта, исключая при этом риск установить в собираемые системы неисправный узел. Автономная проверка в обычных условиях не очень удобна из-за необходимости подключения нагрузочных резисторов. Но в любом случае светодиодные индикаторы помех, переходных процессов и сигналов Power_Good и Reset следует причислить к достоинствам этой платы.

Прибор PC Power System Analyzer. Одним из наиболее сложных устройств, с которыми мне приходилось иметь дело, является портативный прибор PC Power System Analyzer фирмы TCE стоимостью около $750. Он позволяет выполнить три основных теста, причем блок питания при этом не требуется вынимать из компьютера.

Основным является тест на проверку нагрузочной способности блока питания. В комплект анализатора входят адаптеры шин ISA/EISA и MCA, с помощью которых проверяются выходные напряжения при подключении дополнительной нагрузки (с током в несколько ампер) к цепям +5 и +12 В. Анализатор учитывает дополнительную и существующую нагрузку каждого источника и определяет нагрузочную способность блока питания.

Прибор также контролирует правильность установки задержки сигнала Power_Good после момента включения системы (100–500 мс). С его помощью можно быстро отбраковать неисправные или плохо спроектированные блоки питания.

PC Power System Analyzer позволяет проверить выходные напряжения блока питания и напряжения сети и записать максимальные и минимальные значения за определенное время. Результаты всех тестов можно вывести на принтер через установленный в приборе параллельный порт. В процессе измерения напряжений регистрируются все параметры, связанные с обнаруженной неисправностью, в частности время ее появления, мгновенные значения напряжений, продолжительность аномального поведения, а также дополнительную информацию. На панели прибора установлено несколько индикаторов, с помощью которых отображаются режимы его работы и текущее состояние блока питания.

Распечатка результатов может пригодиться в том случае, если вы занимаетесь сервисным обслуживанием компьютеров. С ее помощью проще объяснить заказчику, что произошло с его блоком питания. Кроме того, распечатка является отчетом о проделанной работе.

PC Power System Analyzer — самый многофункциональный и высококачественный из всех существующих приборов, используемых для проверки блоков питания. Этот прибор предназначен скорее для профессионалов, чем для рядовых пользователей, поскольку он слишком сложен и дорог.

Ремонт блоков питания

По-настоящему ремонтом блока питания занимаются редко — дешевле заменить его новым. Дефектный блок питания обычно выбрасывают, если, конечно, он не является высококачественным или дорогим. В последнем случае лучше отправить его на фирму, специализирующуюся

на ремонте блоков питания и других компонентов. Если дело не терпит отлагательства, фирма может предоставить аналогичный блок питания, а затем вычтет стоимость вашего блока из общей стоимости заказа. Такой ремонт практикуется для многих компонентов компьютера, включая мониторы, блоки питания, принтеры и т.д. Если вы отнесете свой компьютер в обычную ремонтную мастерскую, там, скорее всего, его просто проверят. Диагностику вы вполне можете выполнить и сами, сэкономив на оплате услуг ремонтной мастерской.

Если у вас есть опыт работы с высокими напряжениями, то вы сможете отремонтировать блок питания собственными силами, но для этого понадобится его открыть, чего мы не советуем делать. Большинство фирм-производителей старается воспрепятствовать "проникновению" в блок питания, применяя при их сборке специальные винты типа Torx. В то же время, фирмы, производящие инструменты, выпускают комплекты отверток типа TT (Tamper-proof-Torx), которыми можно отвернуть винты с защитой. Некоторые блоки питания собраны на заклепках, и при вскрытии блока их приходится высверливать. Учтите, что производители создают все эти препятствия с одной-единственной целью — защитить неопытных людей от высокого напряжения. Считайте, что мы вас предупредили!

В большинстве блоков питания для защиты от перегрузки установлен внутренний плавкий предохранитель. Если он перегорит, блок питания работать не будет. Открыв корпус, его можно заменить, но в большинстве случаев замена ничего не даст — если не устранена основная неисправность, перегорит и новый предохранитель. В этом случае лучше всего отправить блок питания в ремонтную мастерскую.

Источники питания персональных компьютеров имеют встроенные регулировки напряжения, которое изготовитель калибрует и устанавливает на фабрике. Через какое-то время параметры некоторых из узлов (компонентов) могут измениться, тогда изменятся и выходные напряжения. Если дело обстоит именно так, можно с помощью средств настройки снова установить правильные значения напряжений.

Несколько средств корректировки напряжений находятся внутри источника питания — обычно они представляют собой малые регулируемые резисторы, органы управления которых вы можете поворачиваться с отверткой.

Внимание

Вы должны использовать непроводящий инструмент, например стекловолоконную или пластмассовую отвертку, разработанную для этой цели. Если уронить металлический инструмент в работающий источник, это может привести к опасному искрению и даже воспламенению, или вас попросту ударит электрическим током.

Вы также должны найти для каждого напряжения свой подстроечный резистор. Это можно установить эмпирическим путем. Вы можете отметить текущие позиции всех резисторов, а затем измерять выходное напряжение, одновременно (по очереди) слегка изменяя положение органов управления каждого подстроечного устройства, пока вы не увидите изменение напряжения. Если вы изменяете положение органов управления подстроечного устройства, а наблюдаемое вами напряжение не изменяется, восстановите положение органов управления подстроечного устройства в исходную позицию. (Для этого вам пригодится метка, которую вы поставили перед началом эксперимента.) С помощью этого метода можно скорректировать величину каждого напряжения, установив его значение равным стандартному, т.е. 3,3 В, 5 В или 12 В.

Замена блоков питания

В большинстве случаев проще, безопаснее и дешевле заменить блок питания, а не ремонтировать его. При выборе конкретной модели блока питания необходимо учитывать несколько факторов.

Выбор блока питания

Прежде всего, обратите внимание на конструкцию блока. Например, блок питания для IBM AT отличается от блоков питания для компьютеров PC или XT, и они не являются взаимозаменяемыми.

Блоки питания различаются размерами, формой, расположением крепежных отверстий и выключателя, а также типами разъемов. Большинство производителей IBM-совместимых компьютеров копирует конструкцию IBM AT и способы установки системной платы и блока питания. В настоящее время для блоков питания чаще всего используют следующие конструкции: AT/Tower, Baby-AT, Slimline, PC/XT и ATX. Блоки питания одной конструкции взаимозаменяемы. Полное описание всех конструкций было приведено в начале этой главы. Разумеется, подбирая блок, вы должны знать, какая конструкция используется в вашем компьютере.

В некоторых системах используются уникальные блоки питания, что существенно усложняет их замену. Например, фирма IBM использует в компьютерах PS/2 несколько типов блоков питания, лишь отдаленно похожих один на другой. Некоторые блоки, особенно устанавливаемые в аналогичных корпусах, можно заменять (например, блоки питания моделей 60, 65 и 80). Блоки питания выпускаются с паспортными мощностями 207, 225, 242 и 250 Вт. Наиболее мощный блок питания (на 250 Вт) был разработан для модели 65 SX и новых вариантов модели 80, но его можно устанавливать в моделях 60, 65 и, разумеется, во всех моделях 80.

При покупке совместимого компьютера есть риск приобрести нестандартный блок питания. Если он выполнен по стандартной конструкции, замену ему можно найти у сотен фирм и по доступной цене. Если же конструкция нестандартная, ваш выбор будет ограничен фирмой — производителем самого компьютера, а стоимость блока питания окажется намного выше. Например, можно найти блоки питания конструкции AT всего за $50, а стоимость аналогичных по параметрам блоков питания других фирм доходит до $400. Когда журнал *Popular Mechanics* приводит обзор автомобилей, он всегда представляет список цен чаще всего ломающихся и самых заменяемых запчастей различных фирм, начиная от бамперов и заканчивая рулями и генераторами. К сожалению, владельцы сталкиваются с последствиями приобретения нестандартных систем тогда, когда изменить что-либо уже невозможно.

Например, ни в одном компьютере фирмы Compaq не используется блок питания из конструкции IBM, поэтому в случае замены нужный блок можно купить у Compaq за $395. Кроме того, у вас есть шанс приобрести блок питания для замены конструкции Compaq в другой фирме. Компания PC Power and Cooling делает прекрасные совместимые блоки питания для первых систем Compaq Portable и Deskpro. Данные блоки питания более качественные, нежели оригинальные, и при той же цене имеют бо́льшую выходную мощность.

Где найти замену блоку питания

Блоки питания в ПК являются одними из самых ненадежных узлов. Их производят сотни фирм, и дать обзор всех выпускаемых изделий невозможно. Однако я могу порекомендовать несколько компаний, которым я доверяю и хорошо знаю их продукты.

Наиболее высококачественные блоки питания выпускают фирмы Astec Standard Power и PC Power and Cooling.

Astec выпускает блоки питания для большинства мощных компьютеров фирм IBM, Hewlett-Packard, Apple и др. Фирма производит блоки питания различных конструкций (AT/Tower, Baby-AT, LPX (Slimline) и ATX) с самыми разными выходными напряжениями. В номенклатуре — блоки питания, имеющие выходную мощность до 450 Вт, а также блоки питания, предназначенные для "зеленых" компьютеров и удовлетворяющие по потреблению энергии сертификату EPA "Energy Star". Эти "зеленые" блоки питания предназначены для высокоэффективных компьютеров с низким потреблением энергии. Кроме того, фирма выпускает блоки для портативных систем и других компьютеров, отличных от IBM PC.

Фирма PC Power and Cooling производит самые разнообразные блоки питания для систем всех конструкций: от недорогих совместимых блоков до высококачественных очень мощных блоков мощностью до 450 Вт, а также блоки питания с резервным аккумуляторным питанием и модели с бесшумными вентиляторами. Вентиляторы блоков, выпускаемых этой фирмой, отличаются низким уровнем шума. Кроме того, эта фирма производит также корпуса компьютеров.

Наконец, эта фирма предлагает блоки питания для некоторых моделей компьютеров Compaq; их стоимость ниже стоимости ПК фирмы Compaq, а качество зачастую выше.

Защитные устройства в сети питания

Защитные устройства в сети питания предохраняют компьютерные системы от повреждений при резком возрастании, выбросах и провалах напряжения сети. В частности, повышение сетевого напряжения или его всплеск могут вывести из строя сам компьютер, а внезапное отключение или снижение напряжения приведет к потере данных. Ниже будут рассмотрены четыре разновидности устройств защиты.

В самом блоке питания компьютера (если он высокого качества) некоторые предохранительные устройства уже могут быть установленными. В блоках питания компьютеров фирмы IBM предусмотрена защита от высоких напряжений и токовых перегрузок, а также простейший фильтр для снижения уровня помех, проникающих из сети. Во многих недорогих блоках питания таких схем защиты нет, поэтому особое внимание обращайте на дешевые компьютеры — аналоги малоизвестных фирм. Как раз для них подключение дополнительного защитного устройства будет вполне оправданным.

Фирма IBM гарантирует, что ни блок питания, ни сам компьютер не будут выведены из строя в следующих ситуациях:

- при полном отключении напряжения в сети;
- при понижении напряжения до любой величины;
- при кратковременных выбросах с амплитудой до 2500 В.

Поскольку качество используемых IBM блоков питания довольно высокое, в документации всегда указывается, что для компьютеров PS/2 не нужны внешние стабилизаторы и устройства защиты. Высококачественные блоки питания выпускают и некоторые другие фирмы (например, Astec и PC Power and Cooling).

Чтобы проверить качество схем защиты блоков питания, в независимых лабораториях проводились испытания компьютеров, не снабженных дополнительными устройствами защиты. На них подавалось питание с выбросами напряжения амплитудой до 6000 В. Импульсы с большей амплитудой не могут появиться в сети даже теоретически: при больших напряжениях между контактами розеток возникает электрическая дуга. В итоге ни один компьютер не был поврежден необратимо. Самое худшее, что происходило с некоторыми из них, — это самопроизвольная перезагрузка или отключение, когда амплитуда напряжения превышала 2000 В. Все компьютеры возвращались в нормальное рабочее состояние после повторного включения питания.

Я не пользуюсь какими-либо дополнительными защитными устройствами для своих компьютеров, однако они "выжили" и после очень больших выбросов напряжения (и даже при ударе молнии, которая попала в кирпичную трубу всего в 15 м от моего офиса). Ни один из моих компьютеров (которые были в это время включены) не пострадал — они попросту выключились. После повторного включения питания все они благополучно продолжили работу. Но система сигнализации в здании была полностью выведена из строя. Я не хочу сказать, что удар молнии или импульсы напряжения даже меньшей мощности, в принципе, неспособны повредить компьютерное оборудование — при другом близком ударе молнии были повреж-

дены модем и последовательный адаптер в одной из моих систем. Мне оставалось тогда только радоваться, что не пострадала системная плата.

Упомянутый эпизод должен натолкнуть вас на мысль о том, что важно защищать компьютер не только от всевозможных выбросов в сетях электропитания, но и от опасностей, возникающих в телефонных линиях.

Автоматическое отключение компьютера при больших отклонениях сетевого напряжения от номинального предусмотрено в большинстве высококачественных блоков питания. Перезапустить блок питания можно, только выключив, а затем снова включив его. Некоторые блоки питания (например, в системах PS/2) перезапускаются автоматически. Как и обычные устройства, они отключаются при больших отклонениях сетевого напряжения от номинального или выбросе большой амплитуды. Через некоторое время (3–6 с) они автоматически запускаются, в отличие от блоков с ручным управлением. Поскольку для этого не надо щелкать переключателем, упомянутое свойство особенно полезно для сетевых файл-серверов или других систем, *без* присмотра работающих в труднодоступном месте.

Когда все мои компьютеры впервые вдруг отключились из-за большого выброса напряжения, я был сильно удивлен. Ни один из них не работал, только светились индикаторы на мониторах и модемах. Сначала я подумал, что в них что-то перегорело. Но после манипуляций с выключателями питания я успокоился.

Ниже рассматриваются некоторые защитные устройства для сети питания.

Ограничители выбросов

Простейшими приборами для защиты входных цепей блока питания от высоких напряжений являются ограничители выбросов. Цена их составляет $20–200. Эти устройства включаются между компьютером и сетевой розеткой и предназначены для поглощения высоковольтных выбросов напряжения, возникающих в сети в результате ударов молний или при работе мощных электрических агрегатов.

Устройства подавления выбросов обычно строятся на основе *варисторов*, которые могут понижать все скачки напряжения, превышающие определенный уровень. Эти приборы выдерживают напряжения до 6000 В и отводят на землю все напряжения, значения которых выше определенного предела. Они могут спокойно переносить средние перегрузки, но очень сильные скачки (например, при прямом попадании молнии) могут их "пробить". Варисторы не могут рассеивать большую мощность и в такой ситуации обычно перегорают, т.е. после одного мощного или следующих друг за другом более слабых выбросов ограничитель перестает выполнять свои функции. Простым способом проверить работоспособность таких приборов невозможно, поэтому никогда нельзя заранее сказать, защищает такое устройство или нет.

В некоторых ограничителях выбросов предусмотрен индикатор исправности, по которому можно определить, перегорел ли варистор в результате мощного выброса. Устройство подавления выбросов без такого индикатора совершенно бесполезно. Фирма Underwrites Laboratories разработала стандарт на ограничители выбросов — UL 1449. Качество этих приборов вполне приличное, и они обеспечивают хорошую защиту компьютера в дополнение к тем цепям, которые уже есть в блоке питания. Имеет смысл покупать только те ограничители, которые соответствуют упомянутому стандарту и в которых установлен индикатор перегорания варистора. На упаковке или на самом приборе, соответствующем стандарту UL 1449, всегда есть удостоверяющая это надпись. Если ее нет, я не советую вам покупать такое устройство.

Еще одним неплохим дополнительным устройством, объединяемым иногда с ограничителем выбросов, является автоматический выключатель, который при перегрузках можно, в отличие от плавкого предохранителя, включать повторно. Он выполняет те же функции, что и обычный сетевой предохранитель. Устройства подавления помех с таким выключателем стоят около $40.

Ограничители выбросов в телефонной линии

Очень важно защитить компьютер от всевозможных помех в телефонной линии, к которой подключена система. Если вы пользуетесь модемом или факсимильным аппаратом, то любые всплески напряжения, периодически возникающие в телефонной сети, могут вывести компьютер из строя. Телефонные линии весьма уязвимы для молний, и подключенные к сетям модемы и компьютеры чаще всего выходят из строя именно по этой причине.

Простейшие ограничители выбросов, которые включаются между телефонной линией и модемом, выпускаются несколькими фирмами. Их можно без проблем купить в большинстве магазинов, торгующих электроникой.

Сетевые фильтры-стабилизаторы

Кроме повышенного напряжения и токовых перегрузок, в линиях электропитания могут происходить другие инциденты. Например, напряжение в сети может упасть ниже допустимого предела. Помимо уже упоминавшихся выбросов, в линиях питания могут возникать, например, радиочастотные наводки или импульсные помехи, создаваемые электродвигателями и другими индуктивными нагрузками.

Каждый провод, подключенный к компьютеру (например, соединяющий его с каким-либо периферийным устройством), представляет собой антенну. При воздействии внешних электромагнитных полей на него наводятся электрические напряжения. Источниками таких полей могут стать другие провода, телефонные аппараты, электронно-лучевые трубки, электродвигатели, люминесцентные лампы и индикаторы, электростатические разряды и, естественно, радиопередатчики. Цифровые схемы, в свою очередь, весьма чувствительны к помехам амплитудой всего 1–2 В. С учетом этих обстоятельств можно сказать, что вся электрическая проводка в здании работает как большая антенна, принимающая самые разнообразные помехи. Избавиться от помех и колебаний сетевого напряжения можно с помощью сетевых фильтров-стабилизаторов.

В устройствах этого типа выполняется фильтрация и стабилизация напряжения питания, подавляются перепады тока и напряжения — одним словом, они представляют собой буферные каскады между компьютерами и линиями питания. Фильтры-стабилизаторы полностью заменяют описанные выше ограничители выбросов и выполняют множество других функций. Будучи включенными, они постоянно находятся в активном состоянии (в отличие от ограничителей, которые срабатывают только при выбросах напряжения). Устройство этих приборов довольно сложное: в их состав входят трансформаторы, конденсаторы и другие элементы, назначение которых — поддерживать постоянный уровень выходного напряжения. Стоимость фильтра-стабилизатора может достигать нескольких сотен долларов и существенно зависит от его выходной мощности.

Источники аварийного питания

Для защиты оборудования используются приборы, с помощью которых можно в течение некоторого времени поддерживать работоспособность системы при исчезновении напряжения в сети. За это время вы успеете спокойно закончить работу, сохранить ее результаты и выключить компьютер. Существует две разновидности устройств такого типа: источники резервного питания SPS (Standby Power Supply) и источники бесперебойного питания UPS (Uninterruptible Power Supply). Лучшими из всех сетевых буферных устройств являются, безусловно, блоки UPS, поскольку они не только обеспечивают работу компьютера в аварийных ситуациях, но и стабилизируют напряжение и очищают его от помех.

Источник резервного питания (SPS). SPS включается только тогда, когда исчезает или сильно понижается сетевое напряжение. В этом случае срабатывает соответствующий датчик, и к установленному в блоке преобразователю постоянного напряжения в переменное подключается аккумуляторная батарея. Начинает вырабатываться переменное напряжение, которое, в свою очередь, поступает на выход устройства вместо сетевого.

SPS, в принципе, работают неплохо, но в некоторых моделях переключение на резервное питание происходит *недостаточно* быстро. При этом компьютер может отключиться или перезагрузиться. Естественно, что такое "резервирование" мало кого устроит. В высококачественных SPS устанавливаются феррорезонансные стабилизаторы. Это довольно громоздкие устройства, позволяющие запасать некоторое количество энергии, используемой для питания компьютера во время переключения схемы.

В рассматриваемых блоках могут устанавливаться фильтры-стабилизаторы, но в дешевых моделях их, как правило, не бывает, и напряжение в нормальных условиях поступает на компьютер непосредственно из сети, безо всякой фильтрации и стабилизации. В SPS с феррорезонансными стабилизаторами выходное напряжение поддерживается постоянным, к остальным же для большей надежности следует дополнительно подключать фильтр-стабилизатор. В зависимости от качества и выходной мощности SPS могут стоить от ста до нескольких тысяч долларов.

Источники бесперебойного питания (UPS). Лучшим решением всех проблем, возникающих в цепях питания, является установка UPS, который одновременно выполняет функции фильтра-стабилизатора и источника аварийного питания. В отличие от SPS, которые включаются периодически, источники непрерывного питания работают постоянно, и напряжение на компьютер поступает только от них. Поскольку некоторые фирмы продают источники резервного питания SPS как UPS (так как они предназначены для одних целей), последних иногда называют "истинными источниками бесперебойного питания" ("True UPS"). Хотя схема и конструкция UPS во многом похожи на SPS, главное различие между ними заключается в том, что в настоящем UPS отсутствует переключатель — питание компьютера *всегда* осуществляется от аккумулятора.

В UPS постоянное напряжение 12 В от аккумуляторной батареи преобразуется в переменное напряжение. В вашем распоряжении фактически будет свой автономный источник питания, *не зависящий* от электрической сети. От нее только осуществляется подзарядка аккумулятора, причем ток заряда либо равен потребляемому нагрузкой, либо несколько больше (при частично разряженной батарее).

Даже если напряжение в сети пропадает, UPS продолжает работать, поскольку при этом лишь прекращается процесс подзарядки батареи. Никаких переключений в схеме не происходит и, соответственно, не возникает даже кратковременных провалов питающего напряжения. Батарея в этом режиме, конечно, разряжается, и интенсивность разряда зависит от мощности, потребляемой компьютером. Но практически в любом случае вы успеете спокойно завершить работу и подготовить компьютер к нормальному выключению питания. UPS функционирует непрерывно, используя заряженный аккумулятор. После восстановления сетевого напряжения аккумулятор сразу, без дополнительных переключений, начинает подзаряжаться, и вы снова можете включить компьютер и спокойно работать.

Стоимость UPS напрямую зависит от того, в течение какого времени он может обеспечивать питание системы при отключении сетевого напряжения, и от выходной мощности. Поэтому, покупая такой прибор, учитывайте *мощность*, потребляемую вашим компьютером, и *время*, необходимое для того, чтобы сохранить файлы, выйти из программы и выключить компьютер. UPS — весьма дорогое удовольствие; батареи большой емкости и зарядный узел устройства стоят значительно дороже, чем SPS.

Замечание

Многие источники бесперебойного питания сегодня продаются вместе с кабелем и программным обеспечением, которое дает возможность защищенному компьютеру корректно завершить работу по получении сигнала от источника бесперебойного питания. При этом операционная система может завершить работу должным образом, даже если компьютер необслуживаемый. Некоторые операционные системы, например Windows NT, содержат собственные компоненты программного обеспечения для обработки сигналов от источника бесперебойного питания.

Выше уже говорилось о том, что некоторые фирмы под видом UPS продают источники резервного питания (SPS). Выяснить, что же вам все-таки предлагают, можно по *времени переключения*. Если этот параметр указан в документации, значит, это устройство никак не может быть истинным источником бесперебойного питания (UPS), поскольку последний вообще не переключается.

Поскольку в UPS осуществляется полная стабилизация питания электрической сети, они не могут даже сравниваться по своим качествам с ограничителями выбросов или фильтрами-стабилизаторами. В самых высококачественных моделях для улучшения качественных показателей выходного напряжения устанавливаются феррорезонансные стабилизаторы. UPS такого типа являются не только самыми лучшими защитными устройствами в цепях питания, но и самыми дорогими. Стоимость таких устройств довольно высокая, иногда до 1–2 долларов за каждый ватт выходной мощности. Чтобы определить, какую мощность потребляет ваш компьютер, взгляните на этикетку, расположенную на задней панели системного блока. (Мощность указывается либо в ваттах, либо в вольтах и амперах.) В последнем случае для определения потребляемой мощности эти две цифры надо перемножить.

Например, на задней панели IBM PC AT модели 339 написано, что напряжение питания равно 110 В, а максимальный потребляемый ток — 5 А. Таким образом, его максимальная мощность потребления составит 550 Вт, что соответствует случаю, когда во все разъемы расширения установлены платы адаптеров, а в компьютере — два жестких диска и один накопитель на гибких дисках (т.е. выполнено максимальное расширение системы). Но в любой ситуации потребляемая мощность не превысит указанной выше величины, поскольку, если это произойдет, установленный в блоке питания предохранитель на 5 А перегорит. Такие системы в установившемся режиме потребляют в среднем около 300 Вт. Но при вычислении необходимой выходной мощности UPS лучше проявить консерватизм и исходить из 550 Вт. Добавьте еще около 100 Вт на монитор — и получите уже 650 Вт. Выходная мощность UPS двух таких компьютеров должна составлять не менее 1100 Вт, а с двумя мониторами — 1300 Вт. Если учесть стоимость каждого ватта ($1–2), то получится кругленькая сумма — в пределах 500–700 долларов. Дорогое удовольствие, и именно поэтому большинство компаний приобретает UPS для таких компьютеров, как, например, сетевые файл-серверы.

Помимо выходной мощности, UPS различаются по некоторым другим параметрам. Выше уже упоминалось о встроенных феррорезонансных стабилизаторах, которые позволяют улучшить качество выходного напряжения. В хороших блоках импульсы имеют синусоидальную форму, а в более дешевых устройствах — прямоугольную форму. Для некоторых блоков питания компьютеров подача на вход импульсов с резкими переходами не допускается, поэтому, прежде чем покупать UPS, удостоверьтесь, что он вырабатывает выходное напряжение, пригодное для питания вашего оборудования. В документации на каждый блок указывается время, в течение которого он может обеспечивать резервное питание подключенных к нему устройств при определенном уровне потребляемой ими мощности. Если мощность потребления вашей системы меньше указанного уровня, то у вас будет запас времени. Но не переборщите — большинство UPS не рассчитано на то, чтобы вы часами просиживали за компьютером после исчезновения напряжения в сети. Они предназначены *только* для того, чтобы дать вам возможность спокойно *закончить* работу и выключить систему. UPS, способные работать более 15 мин в автономном режиме, стоят дороже.

Защитные устройства для цепей питания выпускают многие фирмы, например хорошими считаются изделия компаний American Power Conversion (APC), Tripp Lite и Best Power. Эти фирмы выпускают множество разновидностей UPS, SPS и устройств подавления всплесков для электрических и телефонных сетей.

Внимание

Не подключайте к UPS/SPS лазерный принтер, поскольку он потребляет много энергии, в результате чего может быть превышена допустимая мощность UPS/SPS. Это часто является причиной их поломки или выключения.
Выключение принтера не критично, поскольку необходимую информацию можно перепечатать позже. Основное назначение UPS/SPS состоит в том, чтобы не потерять несохраненные данные, находящиеся в оперативной памяти. Поэтому, если у вас нет веских причин, не подключайте принтер к UPS/SPS.

Батареи RTC/NVRAM

Все 16-разрядные или более современные системы имеют микросхему особого типа, в которой находятся часы реального времени (Real-Time Clock — *RTC*), а также хотя бы 64 байт (включая данные часов) *энергонезависимого ОЗУ* (Non-Volatile RAM — *NVRAM*). Эта микросхема официально называется *микросхемой RTC/NVRAM*, но обычно на нее ссылаются как на *микросхему CMOS*, или CMOS-*память*. Такие микросхемы потребляют питание от батарей и могут хранить информацию несколько лет.

Самая первая микросхема, которая использовалась в оригинальных IBM AT, была изготовлена фирмой Motorola и имела номер 146818. Несмотря на то, что сегодня подобные микросхемы выпускаются сотнями фирм и имеют различные параметры, все они совместимы с этой микросхемой.

Она содержит часы реального времени, которые используются для того, чтобы программное обеспечение знало текущее время и дату, причем и время, и дата будут представляться правильно даже при отключении системы. Часть микросхемы, называемая *NVRAM*, имеет другие функции. Она предназначена для хранения данных о конфигурации системы, включая объем установленной памяти, типы накопителей на гибких и жестких дисках, а также другой подобной информации. Некоторые новые системные платы для хранения данных о конфигурации имеют микросхемы расширения NVRAM объемом 2 Кбайт и более. Это особенно актуально для систем Plug and Play, конфигурация которых содержит параметры не только системной платы, но и установленных адаптеров. После включения питания эта информация может быть прочитана в любой момент.

Чтобы предотвратить стирание NVRAM и сбой часов в то время, когда система выключена, к этим микросхемам подводят питание от специальной батарейки. Чаще всего используется литиевая батарейка, поскольку она имеет довольно продолжительное время работы, особенно если питает микросхему RTC/ NVRAM, потребляющую мало энергии.

Самые высококачественные современные системы содержат новый тип микросхем, в которые встроена батарейка. Они выпускаются несколькими компаниями, включая Dallas Semiconductor и Benchmarq. При нормальных условиях срок службы таких батарей измеряется десятью годами, что намного дольше срока эксплуатации компьютера. Если в вашей системе используется один из модулей Dallas или Benchmarq, то батарея и микросхема заменяются одновременно, поскольку они конструктивно объединены. Этот блок вставлен в гнездо на системной плате, но в случаях, когда его необходимо заменить, особых проблем не возникает. Новый модуль можно приобрести приблизительно за 18 долларов, что ниже стоимости отдельной батареи.

В некоторых системах батареи вообще не применяются. Например, Hewlett-Packard использует специальный аккумулятор, который автоматически перезаряжается при каждом включении системы. Если система не включена, аккумулятор будет обеспечивать RTC/NVRAM энергией, необходимой для работы, на протяжении недели или дольше. Но если компьютер останется выключенным на более длительное время, данные, хранящиеся в NVRAM, будут потеряны. В таком случае система может перезагрузить NVRAM из архивной микросхемы ПЗУ, установленной на системной плате. Единственной информацией, которую

можно потерять, является текущая дата и время, но ее можно ввести заново. При использовании аккумулятора в сочетании с архивом в ПЗУ получается довольно надежная система, у которой есть все для хранения нужной информации.

Во многих системах допускается использование традиционных батареек, которые могут либо впаиваться непосредственно в системную плату, либо подключаться через разъем. При использовании систем с впаянной батареей не возникнет никаких проблем, даже в случае ее выхода из строя, поскольку всегда можно применить обычные вставляемые батарейки.

Обычные батареи бывают разных видов. Лучшими из них являются литиевые, поскольку они могут служить от двух до пяти лет. Существуют системы и с обычными щелочными батареями, вставленными в специальный зажим. Их использование менее предпочтительно, поскольку они чаще выходят из строя и не служат так долго, как литиевые. К тому же они могут потечь, а попадание электролита на системную плату может ее испортить.

Литиевые батареи имеют самые разные выходные напряжения. Те, которые применяются в персональных компьютерах, обычно дают напряжение 3,6, 4,5 или 6 В. Если вы меняете батарею, убедитесь в том, что новая и удаленная батареи имеют одинаковые напряжения. В системных платах могут использоваться батареи с различными напряжениями, которые имеют переключатель, позволяющий установить необходимое значение. Если у вас именно такая системная плата, то, чтобы правильно выбрать установку, обратитесь к документации. Конечно же, проще всего заменить испорченную батарею точно такой же, поскольку в этом случае отпадет необходимость в изменении положений переключателей.

При замене батареи следите за полярностью, иначе можно испортить микросхему RTC/NVRAM (CMOS). Обычно разъем для батареи на системной плате, как и сама батарея, имеет ключ, что предотвратит неправильное подключение. Назначение контактов этого разъема должно быть описано в документации. На всякий случай рекомендуется перед заменой батареи записать значения всех параметров конфигурации системы, сохраняемых в NVRAM системной программой Setup. В большинстве случаев достаточно выполнить программу Setup базовой системы ввода-вывода и скопировать или распечатать все значения параметров. Некоторые программы Setup позволяют сохранить данные NVRAM в файле, а затем восстановить их в дальнейшем в случае необходимости.

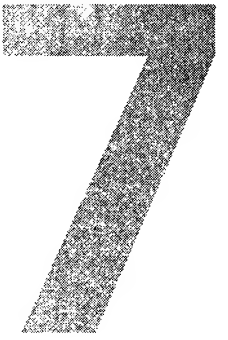
Совет

Если ваша системная BIOS (базовая система ввода-вывода) защищена паролем и вы забыли пароль, можно удалить батарею на несколько минут, а затем установить ее снова. В результате этого в базовой системе ввода-вывода значения параметров будут установлены по умолчанию, а защита паролем будет снята[1].

После замены батареи, включите компьютер и используйте программу Setup, чтобы проверить (и установить в случае необходимости) значения даты и времени и любых других параметров, которые хранятся в NVRAM.

[1] Если батарея впаяна, то выпаивать ее, конечно, не нужно. Во многих платах предусмотрены перемычки для установки значений параметров по умолчанию. — *Прим. ред*

Глава 7
Устройства ввода



В этой главе рассказывается об *устройствах ввода*, которые применяются для взаимодействия пользователя с компьютером. Важнейшим из них является клавиатура, поэтому ее мы рассмотрим довольно подробно. Здесь же мы поговорим о мыши, поскольку именно она используется при работе с графическими пользовательскими интерфейсами, например, с такими как Windows и OS/2. И, наконец, рассмотрим игровой интерфейс, предназначенный для подключения джойстиков и игровых пультов.

Клавиатура

Клавиатура — одно из важнейших устройств компьютера, используемое для ввода в систему команд и данных. В этом разделе рассмотрены важнейшие типы клавиатур для компьютеров фирмы IBM и совместимых моделей. Речь пойдет о принципах их работы, взаимодействии с другими частями системы, а также о том, как найти неисправность в клавиатуре и устранить ее.

Типы клавиатур

Фирма IBM за время, прошедшее с момента выпуска своей первой модели ПК, разработала три типа компьютерных клавиатур, а фирма Microsoft — еще одну. Они стали промышленными стандартами, которых придерживаются практически все производители совместимого оборудования. Существуют такие основные типы клавиатур:

- 83-клавишная клавиатура PC и XT;
- 84-клавишная клавиатура AT;
- 101-клавишная расширенная клавиатура;
- 104-клавишная расширенная клавиатура Windows.

Рассмотрим устройство, раскладку символов и внешний вид каждой из них. Поскольку наиболее распространенными сейчас являются 101- и 104-клавишная расширенные клавиатуры, основное внимание будет уделено именно им.

83-клавишная клавиатура PC и XT. Клавиатура первого ПК модели IBM PC, в отличие от большинства клавиатур персональных компьютеров того времени, стала отдельным конструктивным элементом. Во многих малых персональных компьютерах, например в Apple II, она была встроенной. Хотя сама идея отдельной клавиатуры была хорошей, первое ее воплощение оставляло желать лучшего. Больше всего нареканий вызывала неудачная раскладка клавиш (рис. 7.1): клавиши <Shift> были небольшого размера и располагались на клавиатуре несимметрично, клавиша <Enter> тоже была слишком мала. Эти недостатки казались особенно досадными потому, что фирма IBM к тому времени уже выпустила электрическую пишущую машинку Selectric, раскладка клавиатуры которой была признана образцовой.

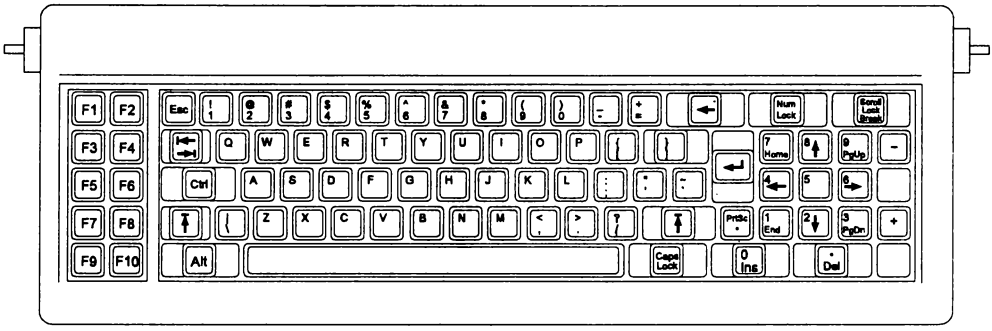


Рис. 7.1. 83-клавишная клавиатура PC/XT

В клавиатуру PC/XT встроен процессор, связанный с системной платой отдельным последовательным каналом связи. Канал этот — однонаправленный, т.е. команды и данные с системной платы не могут передаваться клавиатуре. По этой причине на клавиатуре отсутствуют светодиодные индикаторы. Информация о текущем состоянии режимов Caps Lock, Num Lock и Scroll Lock хранилась в системной плате, но передать ее в саму клавиатуру для индикации было невозможно. На многих появившихся чуть позже клавиатурах (разработанных другими фирмами, а не IBM) светодиоды были установлены, но статус режимов отслеживался самой клавиатурой независимо от системной платы. Как правило, индикация соответствует истине, но иногда состояния светодиодов не совпадают с реальным режимом.

Восьмидесятитрехклавишная клавиатура уже не используется. Она не совместима с системной платой компьютера AT, хотя некоторые клавиатуры других фирм можно переключить в совместимый режим с помощью переключателя *XT/AT*, который обычно устанавливается с тыльной стороны клавиатуры.

84-клавишная клавиатура AT. Для компьютера AT, появившегося в 1984 году, была разработана новая 84-клавишная клавиатура (рис. 7.2), в которой были устранены все недостатки прежней конструкции. Изменились расположение и дизайн дополнительной цифровой клавиатуры. Клавиша <Enter> стала намного больше — такой же, как в пишущей машинке *Selectric*. Были изменены положения и размеры клавиш <Shift>. Наконец, появились индикаторы статуса режимов *Caps Lock*, *Scroll Lock* и *Num Lock*.

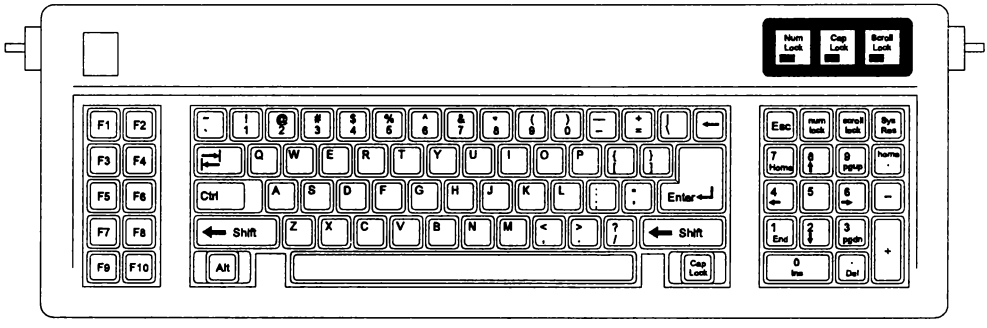


Рис. 7.2. 84-клавишная клавиатура AT

Интерфейс клавиатуры стал двунаправленным. Это значит, что встроенный в клавиатуру процессор мог обмениваться данными с контроллером клавиатуры на системной плате. Появилась возможность с помощью контроллера клавиатуры посылать в нее команды и данные и изменять, например, частоту автоматического повторения передачи при длительном нажатии клавиши и задержку перехода в этот режим. Кроме того, контроллер клавиатуры на систем-

ной плате мог преобразовывать скан-коды клавиш, что существенно упростило использование шрифтов других языков. Наконец, благодаря двунаправленному интерфейсу появилась возможность включать на клавиатуре светодиодные индикаторы, полностью соответствующие текущему статусу функций.

Сегодня 84-клавишная клавиатура не применяется, хотя она и совместима с новыми компьютерами. В ней нет некоторых клавиш, появившихся в новых разработках, неудобно расположены функциональные клавиши (слева) и не совсем удобна дополнительная цифровая клавиатура. Некоторые пользователи предпочитают работать с десятью функциональными клавишами, расположенными слева, а не с двенадцатью такими же клавишами, выстроенными вдоль всей клавиатуры.

Для пользователей, приученных к более новым раскладкам клавиатуры, самый очевидный недостаток клавиатуры AT — отсутствие специальных клавиш управления курсором. Поскольку клавиши управления курсором объединены со вспомогательной цифровой клавиатурой, переключатель Num Lock является источником постоянного раздражения пользователей.

Расширенная 101- и 102-клавишная клавиатуры. В 1986 году фирма IBM выпустила *корпоративную* расширенную 101-клавишную клавиатуру для новых моделей XT и AT (рис. 7.3). Эта клавиатура впервые появилась в моделях RT PC фирмы IBM, которые являются RISC-компьютерами (Reduced Instruction Set Computer — компьютер с ограниченным набором команд). Такая клавиатура теперь поставляется фактически с каждой системой и терминалом фирмы IBM. Многие другие компании быстро скопировали эту модель, и очень скоро она стала стандартной для всех IBM-совместимых систем. Раскладка этой универсальной клавиатуры лучше 84-клавишной, за исключением, возможно, одного — клавиша <Enter> опять стала меньше. 101-клавишная клавиатура разработана в соответствии с международными требованиями и правилами. Фактически, такие фирмы, как Digital Equipment Corporation (DEC) и Texas Instruments (TI), уже использовали клавиатуры, аналогичные 101-клавишной модели IBM. Первоначально 101-клавишные устройства выпускались как со светодиодными индикаторами, так и без них, в зависимости от того, для какого компьютера (XT или AT) они предназначались. Сейчас есть много вариантов клавиатур, в том числе и с интегрированными устройствами позиционирования (манипуляторами).

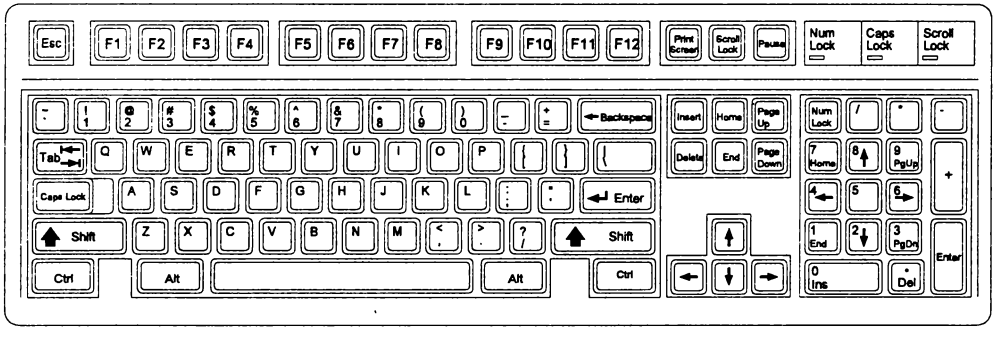


Рис. 7.3. 101-клавишная клавиатура

Существует несколько вариантов расширенной клавиатуры, но все они аналогичны по электрическим параметрам и являются взаимозаменяемыми. IBM и ее фирма-подрядчик Lexmark, специализирующаяся на производстве клавиатур и принтеров, выпускают множество разновидностей этой клавиатуры, в том числе клавиатуры со встроенными устройствами позиционирования и новыми раскладками. Большинство расширенных клавиатур этого типа подключается к компьютеру с помощью 5-контактного разъема типа DIN, но в новых вариантах чаще используется 6-контактный разъем mini-DIN, который устанавливается во многих

системах, включая PS/2 и компьютеры конструкции *Slimline*. Несмотря на различие разъемов, сами клавиатуры идентичны; при желании можно заменить их соединительные кабели или использовать переходной разъем.

101-клавишная клавиатура может быть условно разделена на следующие области:

- область печатных символов;
- дополнительная цифровая клавиатура (numeric keypad);
- область управления курсором и экраном;
- функциональные клавиши.

Раскладка 101-клавишной клавиатуры аналогична раскладке клавиатуры пишущей машинки *Selectric* (за исключением клавиши <Enter>). Клавиши <Tab>, <Caps Lock>, <Shift> и <Backspace> больше по размеру, чем все остальные, и расположены так же, как и на пишущей машинке. Клавиши <Ctrl> и <Alt> размещаются по обе стороны от клавиши пробела.

Клавиши управления курсором образуют отдельную группу. Дополнительная цифровая клавиатура предназначена для ввода чисел; как и в других PC-клавиатурах, ее можно использовать для управления курсором при отключенном режиме Num Lock. На дополнительную цифровую клавиатуру добавлены клавиша </> и еще одна клавиша <Enter>.

Клавиши управления курсором расположены в виде перевернутой буквы "Т". Над ними расположены клавиши <Insert>, <Delete>, <Home>, <End>, <PageUp> и <PageDown> (<PageDn>). Функциональные клавиши, объединенные в группы по четыре, расположены в верхней части клавиатуры. Кроме того, введены две дополнительные функциональные клавиши (<F11> и <F12>), а клавиша <Esc> расположена в верхнем левом углу. Для выполнения самых распространенных операций предусмотрены специальные клавиши <PrintScreen/SysReg>, <Scroll Lock> и <Pause/Break>.

В двуязычных вариантах расширенной клавиатуры установлены 102 клавиши, и раскладка их несколько иная, чем в американской версии.

Одно из самых полезных нововведений в современных клавиатурах заключается в возможности использовать съемные колпачки, что позволяет заменять сломанные клавиши. Это также упрощает чистку и локализацию клавиатуры. Фирма IBM выпускает также шаблоны для клавиатуры, в которых предусмотрены специальные инструкции.

По-видимому, расширенная клавиатура еще долго будет применяться в настольных IBM-совместимых компьютерах. Сейчас она является самой популярной, и тенденций к ее замене не наблюдается. Эта клавиатура используется и в большинстве IBM-совместимых компьютеров, поэтому, переходя от одного компьютера к другому, вам не придется заново изучать расположение клавиш.

104-клавишная Windows-клавиатура. Многие, кто печатает вслепую, обычно терпеть не могут пользоваться мышью, поскольку при этом приходится убирать руку с клавиатуры. Для любителей клавиатуры Windows 95 создает еще больше проблем, поскольку при работе с ней задействуются обе кнопки мыши. Многие новые клавиатуры, особенно в портативных компьютерах, включают разные варианты устройств *IBM TrackPoint* и *Alps Glidepoint* (описанных ниже в этой главе), которые позволяют тем, кто печатает вслепую, держать руки на клавиатуре даже при использовании манипулятора мыши. Фирма Microsoft предложила дополнить клавиатуру тремя новыми клавишами, предназначенными специально для Windows. Это новшество помогает реализовать функции, для выполнения которых необходимо нажимать много клавиш или щелкать кнопкой мыши.

Фирма Microsoft выпустила спецификацию Windows-клавиатуры, содержащую новые клавиши и их комбинации (рис. 7.4). Клавиатура, подобная 101-клавишной, выросла до 104-клавишной с дополнительными левой и правой Windows-клавишами и клавишей <Application> (приложение). Они могут использоваться для получения комбинаций клавиш

на уровнях операционной системы или приложения, как комбинации с <Ctrl> и <Alt> на 101-клавишной клавиатуре. Собственно для работы с Windows 95 и NT не требуются новые клавиши, но разработчики программного обеспечения наделили специфическими функциями Windows-приложения, в которых будет использоваться новая клавиша <Application> (она выполняет те же функции, что и правая кнопка мыши).

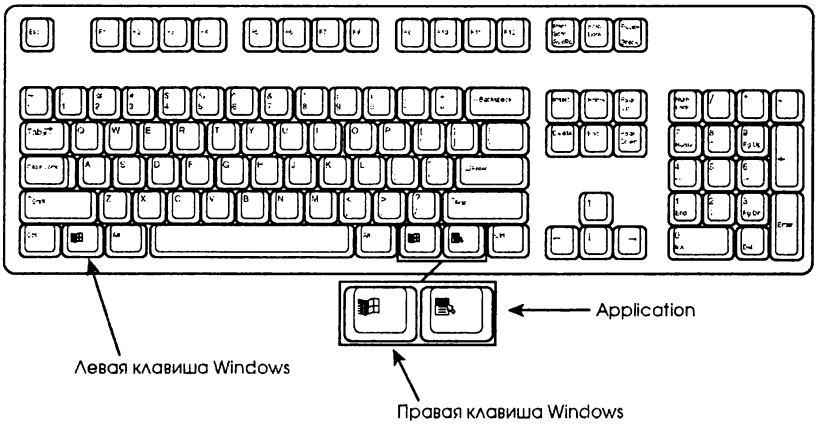


Рис. 7.4. 104-клавишная Windows-клавиатура

В стандартной раскладке Windows-клавиатуры — укороченная клавиша пробела, две клавиши Windows расположены слева и справа (<WIN>), а также клавиша <Application> — справа. Клавиши <WIN> вызывают меню `Пуск (Start)`, по которому можно перемещаться с помощью клавиш управления курсором. Клавиша <Application> эквивалентна правой кнопке мыши; в большинстве приложений она позволяет перейти в контекстно-зависимое всплывающее меню. Несколько комбинаций с клавишей <WIN> связано с макрокомандами. Например, нажимая <WIN+E>, вы можете вызвать `Проводник Windows (Windows Explorer)`. В следующей таблице перечислены все новые комбинации клавиш, используемые в Windows 95.

Комбинация клавиш	Назначение
<WIN + R>	Отображение диалогового окна `Запуск программы (Run)`
<WIN + M>	Минимизация
<Shift + WIN + M>	Отмена минимизации
<WIN + F1>	Вызов справки по Windows
<WIN + E>	Вызов программы `Проводник`
<WIN + F>	Поиск файлов или папок
<Ctrl + WIN + F>	Поиск компьютера
<WIN + Tab>	Циклическое переключение кнопок на панели управления
<WIN + Break>	Отображение диалогового окна `Система (System)`

Новая спецификация Windows-клавиатуры требует, чтобы производители клавиатур увеличили количество *трилограмм*. Трилограмма — это комбинация трех одновременно нажимаемых клавиш, например <Ctrl+Alt+Del>, которая предназначена для выполнения некоторой специальной функции. Сама по себе разработка клавиатуры, которая обеспечивала бы корректную обработку трилограмм, требует дополнительных затрат, а это приведет к увеличению ее стоимости.

Однако, как бы то ни было, сегодня каждый производитель оснащает свои клавиатуры этими клавишами. Некоторые фирмы, кроме новых клавиш, вводят свои усовершенствования. Например, *Natural Keyboard* фирмы Microsoft имеет эргономичный дизайн — область печатных символов разбита на две части, расположенные под углом одна к другой, что обеспечивает более естественное положение кистей рук во время работы. Это очень удобно, но, к сожалению, на такой клавиатуре, производимой фирмой Keytronics для фирмы Microsoft, плохо ощущается контакт с клавишей при ее нажатии (по сравнению с клавиатурами фирм Alps, Lite-On и NMB Lexmark). Некоторые компании, такие как Lexmark, NMB и Alps, используют в своих продуктах новую конструкцию клавиши <Space>, запатентованную фирмой Keyboard Enhancements, Inc., которая получила название *Erase-Ease* (*удалить легко*). В новой конструкции большая клавиша <Space> разделена на две, причем левая, более короткая половина, является дополнительной клавишей <Backspace>. По желанию клавиши <Space> и <Backspace> можно переставить, т.е. установить <Backspace> справа. Возможно, скоро появится вариант 105-клавишной клавиатуры с тремя дополнительными клавишами Windows и одной клавишей <Backspace>, расположенной рядом с клавишей пробела.

Хотя новые Windows-клавиши не являются обязательными для работы в Windows, ожидается появление все большего числа компьютеров, в которых клавиатуры будут включать эти дополнительные клавиши. Такие клавиатуры облегчат доступ к некоторым функциям Windows и Windows-приложений как для тех, кто печатает вслепую, так и для пользователей-новичков.

Портативные клавиатуры. Широкое использование портативных ПК в значительной мере повлияло на раскладку клавиатуры. Из-за ограниченного размера невозможно использовать стандартную раскладку клавиатуры в портативном компьютере. Поэтому изготовители придумали множество различных типов раскладки. К сожалению, в отличие от раскладки 101-клавишной клавиатуры, ни одна из них не стала промышленным стандартом. Так как заменить клавиатуру в портативном компьютере значительно труднее, чем в настольном, необходимо обратить самое пристальное внимание на раскладку клавиатуры портативного ПК при его покупке.

Ранее переносные ПК часто поставлялись с клавиатурой, которая отличалась только меньшим размером. Работать с такой клавиатурой было неудобно. Сегодня размеры клавиш на портативных ПК обычно сопоставимы с клавишами настольной клавиатуры. Впрочем, иногда встречаются портативные ПК, у которых размеры клавиш вдвое меньше обычных. Кроме того, по требованию пользователей большинство изготовителей сохраняют расположение клавиш управления курсором в виде перевернутой буквы Т, хотя было несколько (неудавшихся) попыток изменить такое расположение.

Конечно, наиболее очевидное отличие клавиатуры портативных ПК состоит в отсутствии вспомогательной цифровой клавиатуры. В большинстве переносных ПК теперь вспомогательная клавиатура входит в стандартную буквенную часть клавиатуры, как показано на рис. 7.5. Для переключения клавиатуры обычно используется комбинация, в которую входит клавиша <Fn>.

Это чрезвычайно неудобно, и многие пользователи полностью отказываются от использования вспомогательной клавиатуры на портативных компьютерах. К сожалению, при выполнении некоторых действий, таких, например, как ввод кодов ASCII, необходимо использовать клавишу <Alt> и клавиши вспомогательной клавиатуры.

В дополнение к управлению вспомогательной клавиатурой, клавиша <Fn> часто используется для переключения между режимами в портативных компьютерах, например для переключения между встроенным и внешним дисплеем или управления яркостью экрана и громкостью звука.

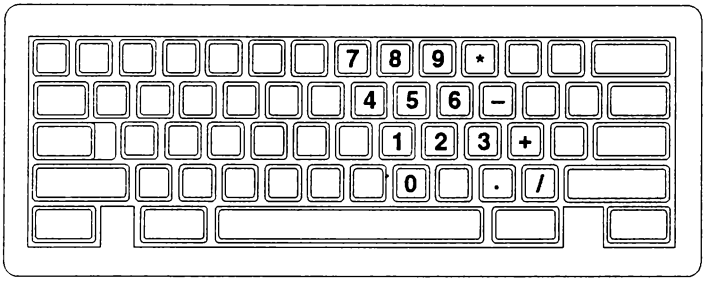


Рис. 7.5. В большинстве портативных компьютеров сегодня вспомогательная цифровая клавиатура образует блок несколько странной формы на буквенной части клавиатуры

В некоторых портативных компьютерах используются довольно длинные клавиатуры. В течение короткого времени фирма IBM выпускала ПК с клавиатурой, которая складывалась как крылья бабочки. Клавиатура была разделена на две половины, которые складывались, когда система была закрыта. Когда вы открывали крышку, две половины, раскрывались; длина такой клавиатуры фактически была больше, чем длина корпуса компьютера.

Как ни странно, в гонке за увеличением размера портативных компьютеров об этой разновидности конструкции забыли. Многие изготовители увеличили размеры портативных компьютеров — стали устанавливать 12- и даже 14-дюймовые дисплеи, увеличили размер клавиатуры.

Совместимость

83-клавишная клавиатура PC/XT отличается от всех остальных и обычно подключается только к 8-битовым компьютерам PC/XT, на системной плате которых нет микросхемы контроллера клавиатуры 8042. Это относится не только к клавиатуре самой фирмы IBM, но и к большинству совместимых моделей. Некоторые клавиатуры можно подключать к системам AT, изменив положение переключателя *XT/AT*.

84-клавишная клавиатура фирмы IBM работает только с 16-битовыми (или более мощными) системными платами AT и не работает с компьютерами PC/XT. Но так же как и в предыдущей версии клавиатуры, в некоторых моделях установлен переключатель *XT/AT*, обеспечивающий совместимость с компьютерами PC/XT. Если в вашей клавиатуре будет установлен неправильный режим, она не будет работать.

Расширенные клавиатуры фирмы IBM являются универсальными и самонастраивающимися. Это означает, что они работают практически со всеми компьютерами — от XT до PS/2 — и всеми их аналогами. В некоторых из них, правда, придется изменить положение переключателя, чтобы обеспечить совместимость с компьютерами PC/XT, на системных платах которых не установлен контроллер клавиатуры 8042. А иногда может понадобиться использовать другой кабель с подходящим разъемом или переходник.

Несмотря на то, что расширенная клавиатура по электрическим параметрам совместима с любой системной платой типа AT и с большинством системных плат PC/XT, при работе в некоторых старых компьютерах возникают программные нестыковки. Системное ПЗУ в компьютерах фирмы IBM было модифицировано для совместимости с новой клавиатурой, другие фирмы-производители сделали то же самое. В старых компьютерах (выпущенных до 1986 года) для реализации некоторых возможностей расширенной клавиатуры, например клавиш <F11> и <F12>, может потребоваться заменить ПЗУ. Если BIOS компьютера не предназначена для работы с 101-клавишной клавиатурой, либо она совсем не будет функционировать, либо не будут работать некоторые новые клавиши (например, <F11> и <F12>), либо ее поведение будет совершенно непредсказуемым. В некоторых случаях при несовместимости

компьютера с клавиатурой на экране появляются не те, что нужно, символы, и компьютер подает звуковой сигнал. Работать с подобной клавиатурой очень сложно. Обычно в таких случаях достаточно заменить ROM BIOS новой версией, в которой предусматривается использование расширенной клавиатуры.

Если у вас — старый компьютер фирмы IBM, проверьте совместимость ROM BIOS с 101-клавишной клавиатурой следующим образом: если после включения компьютера индикатор Num Lock светится и с дополнительной цифровой клавиатуры символы вводятся, значит, BIOS, в принципе, рассчитана на такую клавиатуру. Эта проверка не гарантирует стопроцентной совместимости. Например, IBM AT BIOS, датированная 06/10/85 (10 июня 1985 года), включает индикатор Num Lock, хотя она и не совместима с расширенной клавиатурой. Все версии IBM BIOS, выпущенные после 11/15/85 (15 ноября 1985 года), рассчитаны на использование 101-клавишной расширенной клавиатуры.

После включения компьютера выполняется проверка компонентов системы. Если при этом обнаруживается расширенная клавиатура, то функция Num Lock активизируется, о чем свидетельствует включенный индикатор. Если клавиатура относится к типу AT (устаревшая 84-клавишная), то Num Lock не включается, поскольку на ней отсутствуют некоторые клавиши управления курсором (не входящие в состав дополнительной цифровой клавиатуры). Когда в 1986 году появилась расширенная клавиатура, пользователей раздражало то, что функция Num Lock после загрузки системы включалась автоматически. Поэтому во многих совместимых компьютерах стали предусматривать возможность управления первоначальным состоянием Num Lock путем установки соответствующей опции в SETUP.

Бытует мнение, что автоматическая установка режима Num Lock — это неотъемлемое свойство новых клавиатур, поскольку старые работали иначе. Но это не так. Вспомните, что эта функция является особенностью не клавиатуры, а системной платы. Активизация Num Lock рассматривается системными BIOS как якобы "преимущество" 101-клавишной клавиатуры. В компьютерах, в которых нельзя задать состояние Num Lock через SETUP, можно воспользоваться одной из многочисленных программ установки этой функции, включив вызывающую ее строку в файл AUTOEXEC.BAT. Отметим, что в версиях DOS 6.0 и выше состояние Num Lock после загрузки можно определить с помощью команды `NumLock=(ON/OFF)` в файле CONFIG.SYS.

Однажды мы подключили новую клавиатуру к одному из первых компьютеров XT. Клавиатура, в принципе, работала. Правда, ни одна из ранее отсутствовавших клавиш, например <F11> и <F12>, не действовала, но новые клавиши управления курсором и дополнительная цифровая клавиатура работали. Расширенную клавиатуру можно использовать в компьютерах XT и AT, но она не совместима с первыми PC из-за различий в BIOS и электрических параметрах. На многих клавиатурах снизу установлены переключатели, позволяющие сделать их совместимыми с первыми ПК.

Устройство клавиатуры

В данном разделе будет рассказано об устройстве обычной клавиатуры, ее взаимодействии с системным блоком и о том, что такое *скан-коды (scan code)*.

Конструкции клавиш. В современных клавиатурах используется несколько типов клавиш. В большинстве клавиатур установлены механические переключатели, в которых происходит замыкание электрических контактов при нажатии клавиш. В некоторых клавиатурах высокого класса используются бесконтактные емкостные датчики. В данном разделе описаны разные типы переключателей и детально рассмотрена конструкция каждого из них.

Наиболее широко распространены контактные клавиатуры. Существуют следующие их разновидности:

- с чисто механическими переключателями;
- с замыкающими накладками;

- с резиновыми колпачками;
- мембранные.

В *чисто механических переключателях* происходит замыкание металлических контактов. В них для создания "осязательной" обратной связи зачастую устанавливается дополнительная конструкция из пружины и смягчающей пластинки. При этом вы ощущаете сопротивление клавиши и слышите щелчок. Некоторые компании, например Alps Electric, Lite-On и NMB Technologies, производят этот тип клавиатуры, используя переключатели фирмы Alps Electric. Механические переключатели очень надежны, их контакты обычно самоочищающиеся. Они выдерживают до 20 млн срабатываний и стоят вторыми по долговечности после емкостных датчиков. Обратная связь у них просто превосходная.

Клавиши *с замыкающими накладками* широко применялись в старых клавиатурах.

Они использовались в большинстве старых совместимых клавиатур фирмы Keytronics и др. В них прокладка из пористого материала с приклеенной снизу фольгой соединяется с кнопкой клавиши (рис. 7.6).

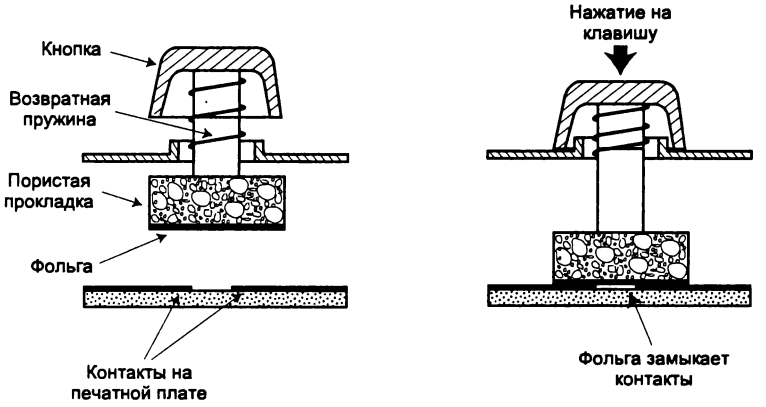


Рис. 7.6. Конструкция клавиши с замыкающей накладкой из фольги

При нажатии клавиши фольга замыкает печатные контакты на плате. Когда клавиша отпускается, пружина возвращает ее в исходное положение. Пористая прокладка смягчает удар при отпускании, но клавиатура при этом становится слишком "мягкой". Основной недостаток этой конструкции заключается в отсутствии щелчка при нажатии (нет обратной связи), поэтому в системах с такой клавиатурой часто приходится программным образом выводить на встроенный динамик компьютера какие-нибудь звуки, свидетельствующие о наличии контакта. Фирма Compaq использовала подобные клавиатуры в своих компьютерах, сегодня более распространены клавиатуры фирмы Packard Bell. Ощущения от работы на них — сугубо индивидуальные (лично мне эти клавиатуры не нравятся).

Еще один недостаток такой конструкции состоит в том, что она весьма чувствительна к коррозии фольги и загрязнению контактов на печатной плате. Если это происходит, нажимать клавиши иногда приходится по несколько раз, что сильно действует на нервы. К счастью, чистить такую клавиатуру гораздо проще, чем другие. Можно снять печатную плату и получить доступ сразу ко всем накладкам, а не вынимать каждую клавишу в отдельности. После этого можно почистить накладки и саму плату — клавиатура будет как новенькая. Правда, через некоторое время ее опять придется чистить. Для предотвращения коррозии и улучшения электрического контакта воспользуйтесь специальным составом *Stabilant 22a* фирмы D.W. Electrochemicals. Из-за отмеченных выше недостатков клавиатуры этого типа сейчас практически не используются, им на смену пришли конструкции с резиновыми колпачками.

Клавиатура с *резиновыми колпачками* похожа на предыдущую конструкцию, но превосходит ее во многих отношениях. Вместо пружины в ней используется резиновый колпачок с замыкающей вставкой из той же резины, но с угольным наполнителем. При нажатии клавиши шток надавливает на резиновый колпачок, деформируя его. Деформация колпачка сначала происходит упруго, а затем он "проваливается". При этом угольный наполнитель замыкает проводники на печатной плате. При отпускании резиновый колпачок принимает свою первоначальную форму и возвращает клавишу в исходное состояние.

Замыкающие вставки делаются из очищенного угля, потому они не подвержены коррозии и сами по себе очищают металлические контакты, к которым прижимаются. Колпачки обычно прессуются все вместе в виде листов резины, покрывающих плату целиком и защищающих ее от пыли, грязи и влаги. Количество деталей в такой конструкции минимально. Все это обеспечивает высокую надежность клавиатуры и объясняет ее широкое распространение.

Мембранная клавиатура является разновидностью предыдущей, но в ней нет отдельных клавиш: вместо них используется лист с разметкой, который укладывается на пластину с резиновыми колпачками. При этом ход каждой клавиши ограничен, и такая клавиатура не годится для обычной печати. Но поскольку рассматриваемая клавиатура состоит фактически из трех пластин и минимума других деталей, она может оказаться незаменимой в экстремальных условиях. Мембранные клавиатуры часто используются в пультах управления (станками, агрегатами и т.п.), т.е. там, где необходимо вводить большие объемы данных.

Емкостные датчики являются единственными бесконтактными переключателями, которые получили широкое распространение (рис. 7.7). Клавиатуры с такими датчиками дороже резиновых, но более устойчивы к загрязнению и коррозии.

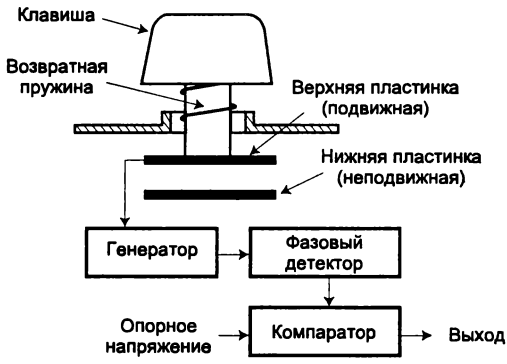


Рис. 7.7. Клавиша с емкостным датчиком

В емкостных датчиках нет замыкающихся контактов. Их роль выполняют две смещающиеся относительно друг друга пластинки и специальная схема, реагирующая на изменение емкости между ними. Клавиатура представляет собой набор таких датчиков.

При нажатии клавиши шток смещает верхнюю пластину ближе к неподвижной нижней. Клавиши сконструированы так, что переход между пластинами происходит скачкообразно, и при этом слышен щелчок. Когда верхняя пластинка приближается к нижней, емкость между ними увеличивается, что регистрируется схемой компаратора, установленной в клавиатуре.

Из-за отсутствия электрических контактов такая клавиатура устойчива к коррозии и загрязнению. В ней практически отсутствует дребезжание (явление, когда при одном нажатии на клавишу символ вводится несколько раз подряд). Долговечность ее — до 25 млн срабатываний, в отличие от 10–12 млн для клавиатур других типов. Единственным недостатком такой клавиатуры является ее высокая стоимость, но она во многом компенсируется удобством и долговечностью.

Единственными производителями емкостных клавиатур являются фирма IBM и ее дочерняя фирма Lexmark, специализирующаяся на выпуске клавиатур.

Интерфейс клавиатуры. Клавиатура состоит из набора переключателей, объединенных в *матрицу*. При нажатии клавиши процессор, установленный в самой клавиатуре, определяет координаты нажатой клавиши в матрице. Кроме того, процессор клавиатуры определяет продолжительность нажатия и может обработать даже одновременное нажатие нескольких клавиш. В клавиатуре установлен буфер емкостью 16 байт, в который заносятся данные при слишком быстрых или одновременных нажатиях. Затем эти данные в соответствующей последовательности передаются в систему.

Обычно при нажатии клавиш возникает дребезг, т.е. контакт устанавливается не сразу, а после нескольких кратковременных замыканий и размыканий. Процессор, установленный в клавиатуре, должен подавлять этот дребезг и отличать его от двух последовательных нажатий на одну и ту же клавишу. Сделать это довольно просто, поскольку переключение контактов при дребезжании происходит гораздо быстрее, чем при нажатии клавиши пользователем.

Клавиатура в IBM-совместимой системе представляет собой небольшой компьютер. Связь с системным блоком осуществляется через последовательный канал, данные по которому передаются по 11 бит, восемь из которых — собственно данные, а остальные — синхронизирующие и управляющие. Хотя это — полноценный последовательный канал связи (данные передаются по одному проводнику), он не совместим со стандартным последовательным портом RS-232, который часто используется для подключения модемов. В компьютерах PC/XT связь была односторонней, но в AT она стала двунаправленной, т.е. клавиатура может как передавать, так и принимать данные. Благодаря этому клавиатуру AT можно программировать.

В клавиатурах первых PC использовалась ИС микроконтроллера 8048, а в более новых компьютерах применяется микросхема 8049 со встроенным ПЗУ или другие ИС, совместимые с 8048 или 8049. Например, в расширенной клавиатуре фирмы IBM всегда использовался специализированный вариант процессора 6805 фирмы Motorola, совместимый с микросхемами Intel. Встроенный процессор клавиатуры сканирует матрицу переключателей, устраняет эффект дребезжания, вырабатывает при нажатии клавиши соответствующий скан-код и передает его на системную плату. У этого процессора есть свое ОЗУ, иногда небольшое ПЗУ и встроенный последовательный интерфейс.

В компьютере PC/XT последовательный интерфейс клавиатуры соединен с микросхемой 8255 программируемого периферийного интерфейса (*PPI — Programmable Peripheral Interface*) на системной плате. Эта ИС, в свою очередь, подключена к контроллеру прерываний через линию IRQ 1, которая используется для сигнализации о том, что данные с клавиатуры доступны. Сами данные из микросхемы 8255 передаются в процессор через порт ввода-вывода с адресом 60h. Сигнал на линии IRQ 1 заставляет процессор компьютера перейти к подпрограмме обработки прерываний (INT 9h), которая интерпретирует скан-коды клавиатуры и определяет дальнейшие действия.

В клавиатуре типа AT последовательный интерфейс клавиатуры подключен к специальному контроллеру клавиатуры на системной плате. В качестве такого контроллера используется ИС 8042 универсального интерфейса периферийных устройств (*UPI — Universal Peripheral Interface*). Этот микроконтроллер фактически является еще одним процессором со встроенными ПЗУ емкостью 2 Кбайт и ОЗУ на 128 байт. Существует версия с микроконтроллером 8742, в котором используется электрически перепрограммируемое ПЗУ (*ЭППЗУ*, или *EPROM — Erasable Programmable ROM*); такой микроконтроллер позволяет стирать информацию и записывать ее заново. В комплекты ПЗУ для модернизации системных плат часто входят и новые микросхемы контроллеров клавиатуры, поскольку в них есть свои ПЗУ, которые тоже должны быть модифицированы. В некоторых компьютерах можно использовать микросхемы 8041 и 8741, которые отличаются только емкостью встроенных ПЗУ и ОЗУ.

В системах AT микроконтроллер, установленный в клавиатуре (типа 8048), пересылает данные в контроллер клавиатуры (типа 8042) на системной плате; возможна также передача данных в обратном направлении. Когда контроллер на системной плате принимает данные от клавиатуры, он выдает запрос по цепи IRQ 1 и передает данные главному процессору через порт ввода-вывода с адресом 60h (так же, как и в PC/XT). Играя роль посредника между клавиатурой и главным процессором, контроллер клавиатуры типа 8042 может также преобразовывать скан-коды и выполнять другие функции. Данные могут передаваться контроллеру 8042 через тот же самый порт 60h, после чего он пересылает их в клавиатуру. Кроме того, при необходимости передать команды или проверить состояние контроллера клавиатуры на системной плате может быть использован порт ввода-вывода с адресом 64h. Передача команд обычно сопровождается пересылкой данных в одном из направлений через порт 60h.

В большинстве старых систем контроллер 8042 используется также для управления шиной адреса A20 при обращении к памяти, объем которой больше одного мегабайта. В современных материнских платах эта функция возложена непосредственно на микросхемы процессора и его окружение.

Автоматическое повторение. Если удерживать какую-либо клавишу нажатой, возникает эффект автоматического повторения (*typematic*), т.е. клавиатура начинает непрерывно посылать на системную плату код нажатой клавиши. В клавиатуре AT можно регулировать частоту автоматического повторения, подавая соответствующие команды на процессор клавиатуры. В клавиатуре PC/XT этого сделать нельзя, так как интерфейс клавиатуры — однонаправленный.

Настройка параметров автоматического повторения в Windows 9x/NT/3.x. Для изменения параметров клавиатуры в Windows 9x/NT/3.x необходимо открыть диалоговое окно управления клавиатурой (Свойства: Клавиатура или Keyboard: Properties). В Windows 95, 98 и NT, средство управления расположено во вкладке Скорость или Speed (рис. 7.8). Бегунок (перемещаемый регулятор) Repeat Delay (Задержка перед началом повтора символа) задает интервал времени, в течение которого необходимо удерживать клавишу нажатой, чтобы клавиатура начала повторять символ. Бегунок Repeat time (Скорость повтора) определяет интервал повторения символа по истечении времени задержки.

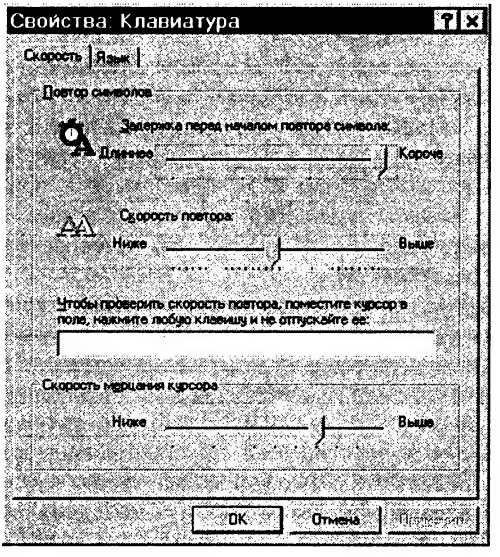


Рис. 7.8. Windows 9x и NT обеспечивает графическое средство управления параметрами клавиатуры

Замечание

Деления на шкалах бегунков Repeat Delay (Задержка перед началом повтора символа) и Repeat time (Скорость повтора) соответствуют значениям параметров RATE и DELAY, перечисленным в табл. 7.1 и 7.2.

Для проверки работы клавиатуры с новыми параметрами перед установкой их в системе во вкладке предусмотрено поле ввода текста.

Замечание

В Windows 3.1 значения параметров клавиатуры, указываемые в диалоговом окне, перекрывают значения параметров, которые, возможно, были указаны с помощью команды MODE в DOS.

Настройка параметров автоматического повторения в DOS. В клавиатурах AT также можно изменять частоту автоматического повторения и задержку перехода в этот режим. В версиях DOS выше 4.0 предусмотрена команда MODE, которая позволяет задать частоту повторения RATE и задержку DELAY перед его началом. Значение параметра RATE, принимаемое по умолчанию, равно 20 для AT-совместимых компьютеров и 21 — для компьютеров PS/2. Значение, заданное по умолчанию для параметра DELAY, равно 2. Для задания частоты задержки используется команда

```
MODE CON[ : ] [RATE=r DELAY=d]
```

Допустимые значения этих параметров приведены в табл. 7.1 и 7.2.

Таблица 7.1. Частота автоматического повторения ввода символов (знаков в секунду) в зависимости от значения параметра RATE команды MODE

Значение параметра RATE	Частота (±20%), символов в секунду
32	30,0
31	26,7
30	24,0
29	21,8
28	20,0
27	18,5
26	17,1
25	16,0
24	15,0
23	13,3
22	12,0
21	10,9
20	10,0
19	9,2
18	8,6
17	8,0
16	7,5
15	6,7

Значение параметра RATE	Частота (±20%), символов в секунду
14	6,0
13	5,5
12	5,0
11	4,6
10	4,3
9	4,0
8	3,7
7	3,3
6	3,0
5	2,7
4	2,5
3	2,3
2	2,1
1	2,0

Таблица 7.2. Задержка перехода в режим повторения символов в зависимости от значения параметра DELAY команды MODE

Значение параметра DELAY	Время задержки, с
1	0,25
2	0,50
3	0,75
4	1,00

В файл AUTOEXEC.BAT желательно записать такую строку:

```
MODE CON: RATE=32 DELAY=1
```

По этой команде частота повторения автоматического ввода устанавливается равной 30 символам в секунду, а задержка — 0,25 с. При этом клавиатура работает очень быстро, что удобно, например, во время просмотра файла с помощью клавиш управления курсором. Если вы не умеете работать как профессиональная машинистка, оставьте значения, установленные по умолчанию.

Замечание

Если у вас — старый компьютер или клавиатура, то после попытки выполнить команду MODE на экране появится сообщение:

```
Function not supported on this computer
```

(В этом компьютере такая функция не предусмотрена).

Это означает, что в компьютере, клавиатуре или и в том, и в другом не предусмотрен двунаправленный интерфейс или команды, необходимые для изменения частоты и задержки повторения. При модернизации BIOS или клавиатуры можно ввести такую возможность, но вряд ли в случае старого компьютера это будет оправданно с финансовой точки зрения.

Замечание

Многие версии BIOS позволяют изменять скорость работы клавиатуры, но не все предоставляют полное управление скоростью и задержкой.

Номера клавиш и скан-коды. При нажатии клавиши встроенный в клавиатуру процессор (8048 или 6805) определяет координаты замкнутого переключателя в матрице. После этого он передает на системную плату последовательный пакет данных, содержащий скан-код нажатой клавиши. В компьютере AT контроллер клавиатуры 8042 преобразует текущий скан-код в один из предусмотренных в системе скан-кодов и направляет его в главный процессор компьютера. Иногда нужно знать эти скан-коды, особенно при поиске неисправностей в клавиатуре или необходимости непосредственно прочитать скан-код в программе, которую вы пишете.

Когда клавиша "залипает" или выходит из строя, диагностическая программа, например процедура самоконтроля POST, обычно сообщает ее скан-код. Это означает, что вам придется идентифицировать конкретную клавишу по ее скан-коду. В табл. 7.3–7.6 приведены скан-коды всех клавиш 83-, 84- и 101-клавишной клавиатур. Зная скан-код неисправной клавиши, с помощью этих таблиц можно определить, какая из них вышла из строя или нуждается в чистке.

Замечание

Для 101-клавишной (расширенной) клавиатуры могут быть использованы три различных набора скан-кодов, причем по умолчанию устанавливается набор 1. В некоторых компьютерах, включая PS/2, при выполнении процедуры POST используется один из двух других наборов скан-кодов. Например, в компьютере P75 в процессе выполнения POST используется набор 2, а во время обычной работы — набор 1. Такое случается редко, но об этом нужно знать, если возникнут трудности при интерпретации скан-кода.

Фирма IBM назначает каждой клавише уникальный номер, чтобы отличать ее от остальных. Эти номера нужно знать для идентификации клавиш на иностранных клавиатурах, где на них могут быть нанесены другие символы. В расширенных клавиатурах и в большинстве других моделей исключена одна клавиша (№ 29), но установлены две другие (№ 42 и 45); в результате общее их количество возросло до 102.

На рис. 7.9 показаны номера клавиш и расположение символов на 83-клавишной клавиатуре PC, а в табл. 7.3 приведены скан-коды всех клавиш вместе с их номерами и символами.

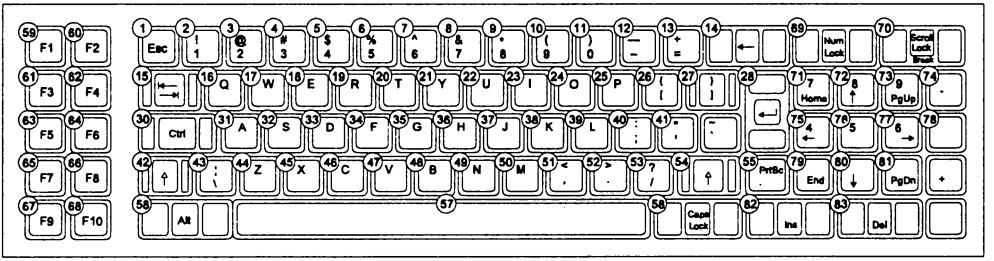


Рис. 7.9. Номера клавиш и расположение символов на 83-клавишной клавиатуре

Таблица 7.3. Номера клавиш и скан-коды 83-клавишной клавиатуры PC/XT

Номер клавиши	Скан-код	Клавиша
1	01	< Escape >
2	02	< 1 >
3	03	< 2 >
4	04	< 3 >
5	05	< 4 >
6	06	< 5 >
7	07	< 6 >
8	08	< 7 >
9	09	< 8 >
10	0A	< 9 >
11	0B	< 0 >
12	0C	< – >
13	0D	< = >
14	0E	< Backspace >
15	0F	< Tab >
16	10	< q >
17	11	< w >
18	12	< e >
19	13	< r >
20	14	< t >
21	15	< y >
22	16	< u >
23	17	< I >
24	18	< o >
25	19	< p >
26	1A	< [>
27	1B	<] >
28	1C	< Enter >
29	1D	< Ctrl >
30	1E	< a >
31	1F	< s >
32	20	< d >
33	21	< f >
34	22	< g >
35	23	< h >
36	24	< j >
37	25	< k >
38	26	< l >
39	27	< ; >
40	28	< ' >
41	29	< ' >

Окончание табл. 7.3

Номер клавиши	Скан-код	Клавиша
42	2A	<Shift> (слева)
43	2B	<\>
44	2C	<z>
45	2D	<x>
46	2E	<c>
47	2F	<v>
48	30	<b>
49	31	<n>
50	32	<m>
51	33	<,>
52	34	<.>
53	35	</>
54	36	<Shift> (справа)
55	37	<*>
56	38	<Alt>
57	39	Клавиша пробела
58	3A	<Caps Lock>
59	3B	<F1>
60	3C	<F2>
61	3D	<F3>
62	3E	<F4>
63	3F	<F5>
64	40	<F6>
65	41	<F7>
66	42	<F8>
67	43	<F9>
68	44	<F10>
69	45	<Num Lock>
70	46	<Scroll Lock>
71	47	<Keypad 7> (<Home>)
72	48	<Keypad 8> (<↑>)
73	49	<Keypad 9> (<PgUp>)
74	4A	<Keypad –>
75	4B	<Keypad 4> (<←>)
76	4C	<Keypad 5>
77	4D	<Keypad 6> (<→>)
78	4E	<Keypad +>
79	4F	<Keypad 1> (<End>)
80	50	<Keypad 2> (<↓>)
81	51	<Keypad 3> (<PgDn>)
82	52	<Keypad 0> (<Ins>)
83	53	<Keypad .> (<Del>)

На рис. 7.10 показаны номера клавиш и расположение символов на 84-клавишной клавиатуре AT, а в табл. 7.4 приведены скан-коды всех клавиш вместе с их номерами и символами.

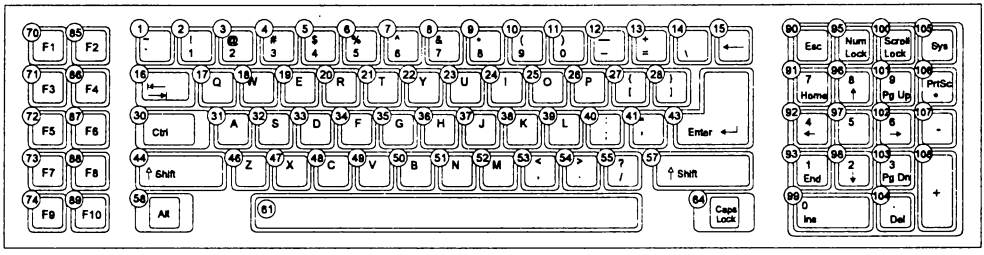


Рис. 7.10. Номера клавиш и расположение символов на 84-клавишной клавиатуре AT

На рис. 7.11 показаны номера клавиш и расположение символов на 101-клавишной клавиатуре. В табл. 7.5–7.6 приведены три набора скан-кодов для каждой клавиши вместе с номером клавиши и символом. Отметим, что набор 1 принимается по умолчанию, а два остальных используются редко. На рис. 7.12 показана раскладка типичной 102-клавишной расширенной клавиатуры.

Таблица 7.4. Номера клавиш и скан-коды 84-клавишной клавиатуры AT

Номер клавиши	Скан-код	Клавиша	Номер клавиши	Скан-код	Клавиша
1	29	< ` >	46	2C	< z >
2	02	< 1 >	47	2D	< x >
3	03	< 2 >	48	2E	< c >
4	04	< 3 >	49	2F	< v >
5	05	< 4 >	50	30	< b >
6	06	< 5 >	51	31	< n >
7	07	< 6 >	52	32	< m >
8	08	< 7 >	53	33	< , >
9	09	< 8 >	54	34	< . >
10	0A	< 9 >	55	35	< / >
11	0B	< 0 >	57	36	< Shift > (справа)
12	0C	< – >	58	38	< Alt >
13	0D	< = >	61	39	Клавиша пробела
14	2B	< \ >	64	3A	< Caps Lock >
15	0E	< Backspace >	65	3C	< F2 >
16	0F	< Tab >	66	3E	< F4 >
17	10	< q >	67	40	< F6 >
18	11	< w >	68	42	< F8 >
19	12	< e >	69	44	< F10 >
20	13	< r >	70	3B	< F1 >

Номер клавиши	Скан-код	Клавиша	Номер клавиши	Скан-код	Клавиша
21	14	<t>	71	3D	<F3>
22	15	<y>	72	3F	<F5>
23	16	<u>	73	41	<F7>
24	17	<i>	74	43	<F9>
25	18	<o>	90	01	<Escape>
26	19	<p>	91	47	<Keypad 7> (<Home>)
27	1A	<[>	92	4B	<Keypad 4> (<←>)
28	1B	<]>	93	4F	<Keypad 1> (<End>)
30	1D	<Ctrl>	95	45	<Num Lock>
31	1E	<a>	96	48	<Keypad 8> (<↑>)
32	1F	<s>	97	4C	<Keypad 5>
33	20	<d>	98	50	<Keypad 2> (<↓>)
34	21	<f>	99	52	<Keypad 0> (<Ins>)
35	22	<g>	100	46	<Scroll Lock>
36	23	<h>	101	49	<Keypad 9> (<PgUp>)
37	24	<j>	102	4D	<Keypad 6> (<→>)
38	25	<k>	103	51	<Keypad 3> (<PgDn>)
39	26	<l>	104	53	<Keypad .> (<Del>)
40	27	<;>	105	54	<SysRq>
41	28	<'>	106	37	<Keypad *>
43	1C	<Enter>	107	4A	<Keypad –>
44	2A	<Shift> (слева)	108	4E	<Keypad +>

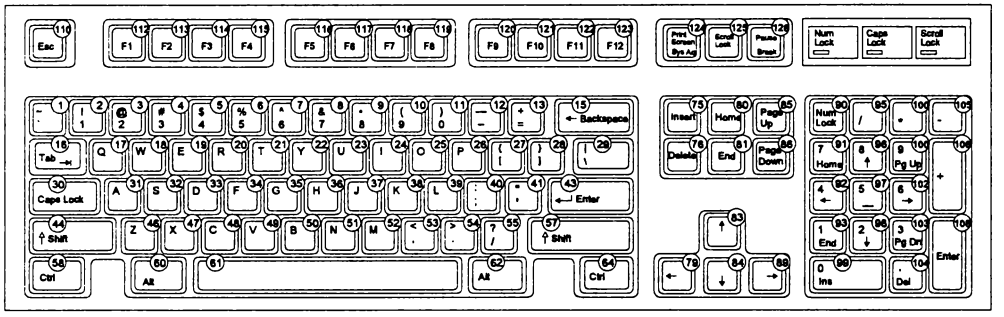


Рис. 7.11. Номера клавиш и расположение символов на 101-клавишной расширенной клавиатуре (для США)

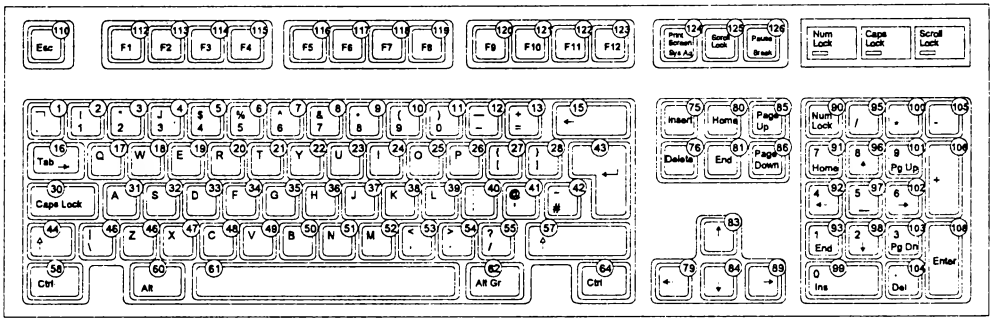


Рис. 7.12. Номера клавиш и расположение символов на 102-клавишной расширенной клавиатуре (для Англии)

Таблица 7.5. Номера клавиш и скан-коды 101- и 102-клавишной расширенной клавиатур (наборы 1, 2 и 3)

Номер клавиши	Клавиша	Скан-код (набор 1)	Скан-код (набор 2)	Скан-код (набор 3)
1	'	29	0E	0E
2	1	2	16	16
3	2	3	1E	1E
4	3	4	26	26
5	4	5	25	25
6	5	6	2E	2E
7	6	7	36	36
8	7	8	3D	3D
9	8	9	3E	3E
10	9	0A	46	46
11	0	OB	45	45
12	-	0C	4E	4E
13	=	0D	55	55
15	Backspace	0E	66	66
16	Tab	0F	0D	0D
17	q	10	15	15
18	w	n	1D	1D
19	e	12	24	24
20	r	13	2D	2D
21	t	14	2C	2C
22	y	15	35	35
23	u	16	3C	3C
24	i	17	43	43

Продолжение табл. 7.5

Номер клавиши	Клавиша	Скан-код (набор 1)	Скан-код (набор 2)	Скан-код (набор 3)
25	o	18	44	44
26	P	19	4D	4D
27	[	1A	54	54
28	]	1B	5B	5B
29	\ (только для 101-клавишной клавиатуры)	2B	5D	5C
30	Caps Lock	3A	58	14
31	a	1E	1C	1C
32	s	1F	1B	1B
33	d	20	23	23
34	f	21	2B	2B
35	g	22	34	34
36	h	23	33	33
37	j	24	3B	3B
38	k	25	42	42
39	l	26	4B	4B
40	;	27	4C	4C
41	/	28	52	52
42	# (только для 102-клавишной клавиатуры)	2B	5D	53
43	Enter	1C	5A	5A
44	Left Shift	2A	12	12
45	\ (только для 102-клавишной клавиатуры)	56	61	13
46	z	2C	1A	1A
47	x	2D	22	22
48	c	2E	21	21
49	v	2F	2A	2A
50	b	30	32	32
51	n	31	31	31
52	m	32	3A	3A
53	,	33	41	41
54	.	34	49	49
55	/	35	4A	4A

Продолжение табл. 7.5

Номер клавиши	Клавиша	Скан-код (набор 1)	Скан-код (набор 2)	Скан-код (набор 3)
57	Right Shift	36	59	59
58	Left Ctrl	1D	14	11
60	Left Alt	38	11	19
61	Пробел	39	29	29
62	Right Alt	E0, 38	E0, 11	39
64	Right Ctrl	E0, 1D	E0, 14	58
75	Insert	E0, 52	E0, 70	67
76	Delete	E0, 53	E0, 71	64
79	Left arrow	E0, 4B	E0, 6B	61
80	Home	E0, 47	E0, 6C	6E
81	End	E0, 4F	E0, 69	65
83	Up arrow	E0, 48	E0, 75	63
84	Down arrow	E0, 50	E0, 72	60
85	Page Up	E0, 49	E0, 7D	6F
86	Page Down	E0, 51	E0, 7A	6D
89	Right arrow	E0, 4D	E0, 74	6A
90	Num Lock	45	77	76
91	Keypad 7 (Home)	47	6C	6C
92	Keypad 4 (Left arrow)	4B	6B	6B
93	Keypad 1 (End)	4F	69	69
95	Keypad /	E0, 35	E0, 4A	77
96	Keypad 8 (Up arrow)	48	75	75
97	Keypad 5	4C	73	73
98	Keypad 2 (Down arrow)	50	72	72
99	Keypad 0 (Ins)	52	70	70
100	Keypad*	37	7C	7E
101	Keypad 9 (PgUp)	49	7D	7D
102	Keypad 6 (Left arrow)	4D	74	74
103	Keypad 3 (PgDn)	51	7A	7A
104	Keypad. (Del)	53	71	71
105	Keypad -	4A	7B	84
106	Keypad +	4E	E0, 5A	7C

Окончание табл. 7.5

Номер клавиши	Клавиша	Скан-код (набор 1)	Скан-код (набор 2)	Скан-код (набор 3)
108	Keypad Enter	E0,1C	E0, 5A	79
110	Escape	1	76	8
112	F1	3B	5	7
113	F2	3C	6	0F
114	F3	3D	4	17
115	F4	3E	0C	1F
116	F5	3F	3	27
117	F6	40	0B	2F
118	F7	41	83	37
119	F8	42	0A	3F
120	F9	43	1	47
121	F10	44	9	4F
122	F11	57	78	56
123	F12	58	7	5E
124	Print Screen	E0, 2A, E0, 37	E0, 12, E0, 7C	57
125	Scroll Lock	46	7E	5F
126	Pause	E1, 1D, 45, E1, 9D, C5	E1, 14, 77, E1, F0, 14, F0, 77	62

Таблица 7.6. Новые клавиши 104-клавишной расширенной Windows-клавиатуры и их скан-коды (наборы 1, 2 и 3)

Новая клавиша	Скан-код (набор 1)	Скан-код (набор 2)	Скан-код (набор 3)
Left Windows	E0, 5B	E0, 1F	8B
Right Windows	E0, 5C	E0, 27	8C
Application	E0, 5D	E0, 2F	8D

Таблицы номеров клавиш и скан-кодов могут оказаться полезными при поиске неисправных клавиш. Диагностическая программа выдает скан-код неисправной клавиши, который соответствует разным клавишам в различных клавиатурах.

Международные раскладки клавиатуры и языки. После того как контроллер клавиатуры в системе получит скан-коды, сгенерированные клавиатурой, и передаст их на главный процессор, операционная система проконвертирует (преобразует) коды в соответствующие алфавитно-цифровые символы. Например, такими символами являются буквы, цифры и другие символы, находящиеся на стандартной американской клавиатуре.

Однако независимо от того, какой символ изображен на поверхности клавиши, довольно просто настроить процедуру преобразования скан-кода, дабы назначить клавишам другие символы. В Windows 9x и Windows NT можно установить несколько раскладок клавиатур для поддержания различных языков.

На рис. 7.13 изображена вкладка Язык (Language) диалогового окна Свойства: Клавиатура (Keyboard: Properties). Во вкладке представлена раскладка клавиатуры, которая была выбрана при установке операционной системы. Щелкая на кнопке Добавить (Add), вы можете выбрать любую из раскладок клавиатуры для других языков.

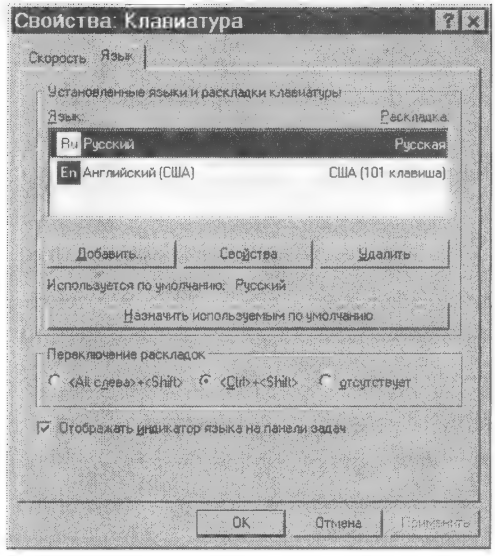


Рис. 7.13. Во вкладке Язык (Language) диалогового окна Свойства: Клавиатура (Keyboard: Properties) содержатся несколько наборов символов

Используя различные раскладки клавиатуры, можно набирать тексты на различных языках. Например, для набора текста на французском языке необходимо установить символы с диакритическими знаками, а на немецком — символы с умлаутами. Кроме того, для одного и того же языка может использоваться несколько раскладок. Так, например, в различных странах, где жители говорят на французском языке, приняты различные соглашения относительно того, где на клавиатуре должны располагаться буквы французского алфавита. Поэтому Windows включает несколько различных раскладок клавиатуры для некоторых языков.

Замечание

Важно понять, что добавление новой раскладки — не то же самое, что установка операционной системы, локализованной для другого языка. Добавление новой раскладки клавиатуры не изменяет текст, уже набранный и отображенный на экране; оно только изменяет коды символов, вводимых с клавиатуры.

Альтернативные раскладки клавиатуры также не обеспечивают поддержку алфавитов, основанных не на латинице, таких, например, как русский или китайский. Символы с диакритическими знаками и другие, используемые в таких языках, как французский и немецкий, — часть стандартного набора символов кода ASCII. К ним можно получить доступ с помощью утилиты Windows Character Map (Таблица символов) или комбинации клавиш <Alt+клавиша цифровой клавиатуры>. Альтернативная раскладка клавиатуры просто обеспечивает более легкий способ обратиться к символам, используемым в некоторых языках.

Если вы работаете с документами, в которых используется несколько языков, то можете устанавливать все необходимые раскладки клавиатуры по мере необходимости и переключаться между ними по желанию. Когда вы щелкаете на индикаторе языка, расположенном на панели задач, появляется меню, позволяющее переключить язык. А во вкладке Язык (Language) вы можете указать комбинацию клавиш, которая позволит переключаться между установленными раскладками клавиатуры.

Разъемы для подключения клавиатуры и мыши. Клавиатуры выпускаются с кабелями, на концах которых может быть один из двух типов разъемов. Речь идет о том конце кабеля, который подсоединяется к системному блоку (у большинства клавиатур другой конец кабеля подключен внутри ее корпуса, и, чтобы его отключить и проверить, нужно разобрать корпус). В новых клавиатурах фирмы IBM используется кабель с разъемными соединениями на обоих концах, что намного упрощает его замену. На одном конце кабеля, предназначенного для подсоединения к клавиатуре, есть специальный разъем SDL (Shielded Data Link — экранированная линия связи), а на другом конце — разъем DIN (Deutche Industrie Norm — промышленный стандарт Германии). Первый из них напоминает телефонный разъем; *разъем DIN может быть*:

- *5-контактным*, применяемым в IBM-совместимых компьютерах с системными платами Baby-AT;
- *6-контактным mini-DIN*, используемым в компьютерах PS/2 и в большинстве совместимых компьютеров.

На рис. 7.14 показан внешний вид и расположение контактов в этих разъемах, а в табл. 7.7 — сигналы, подаваемые на эти контакты.

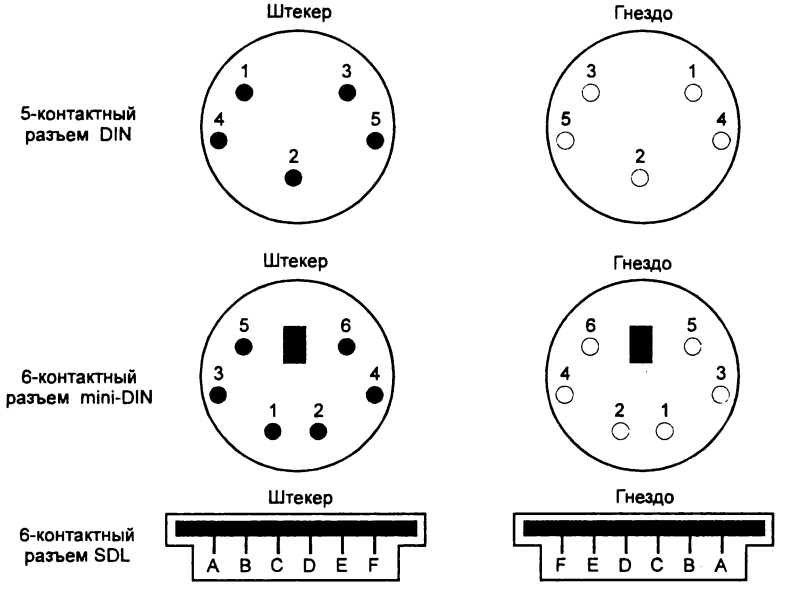


Рис. 7.14. Разъемы клавиатуры и мыши

Таблица 7.7. Сигналы на разъемах клавиатуры

Сигнал	5-контактный DIN	6-контактный mini-DIN	6-контактный SDL
Данные с клавиатуры	2	1	B
Общий	4	3	C
+5 В	5	4	E
Синхронизация клавиатуры	1	5	D
Не соединен	—	2	A
Не соединен	—	6	F
Не соединен	3	—	—

Для подключения мыши к системной плате устанавливается 6-контактный разъем mini-DIN, расположение и назначение выводов которого такие же, как и у разъема клавиатуры, но структура передаваемых данных другая. Это означает, что вы можете нечаянно подключить системную мышь (например, PS/2) к разъему mini-DIN, предназначенному для клавиатуры, и наоборот. В этом случае ни одно из устройств работать не будет.

Клавиатуры с дополнительными функциональными возможностями. Существуют клавиатуры, отличающиеся от стандартных дополнительными функциональными возможностями. Они могут быть как простыми (со встроенными калькулятором и часами), так и сложными (со встроенными устройствами позиционирования (манипуляторами), особой раскладкой или формой и возможностью перепрограммирования клавиш).

Клавиатура Дворака. Многие годы стандартную клавиатуру пытаются усовершенствовать, чтобы повысить скорость набора информации и улучшить ее эргономичность. Приблизительно в 1936 году Август Дворак (August Dvorak) и Вильям Дейли (William L. Dealy) разработали клавиатуру с новым расположением символов вместо широко известного QWERTY.

Клавиатуру Дворака-Дейли чаще называют *клавиатурой Дворака*. Символы были размещены так, что гласные находились под левой рукой, а согласные — под правой. Ожидалось, что это значительно повысит скорость набора, однако большинство тестов дало довольно скромные результаты. Клавиатура Дворака так и не стала популярной, а раскладка QWERTY закрепила свои позиции.

Эргономичные клавиатуры. В последнее время изменение формы клавиатуры отразилось в различных разработках. Чаще всего предлагается разделение клавиатуры на две половины, которые располагаются под углом одна к другой (например, клавиатура *Natural* фирмы Microsoft). Некоторые разработчики предоставляют возможность регулировки этого угла (клавиатура *Select-Ease* фирмы Lexmark). В подобных клавиатурах учитывается естественное положение рук во время набора. С одной стороны, это позволяет повысить производительность и скорость набора, а с другой — содействует профилактике таких заболеваний, как кистевой туннельный синдром (Carpal Tunnel Syndrom) — один из видов нарушения опорно-двигательного аппарата.

Фактически, у каждой фирмы есть несколько типов таких эргономичных клавиатур. Сравним клавиатуры самых популярных фирм. Фирма Keytronics выпускает клавиатуру *Microsoft Natural* с легко нажимаемыми клавишами. Тем, кто предпочитает более жесткую клавиатуру с высоким качеством клавиш, мы рекомендуем модель *Select-Ease* фирмы Lexmark, а также клавиатуры фирм Alps, NMB Technologies и Lite-On. Эти клавиатуры очень высокого качества. Фирма Lexmark, в частности, позволяет так изменять угол между частями клавиатуры, что она может принять форму как полностью изогнутой, так и стандартной. Вы даже мо-

жете отделить половинки одна от другой. На каждой половине клавиатуры предусмотрено место для отдыха рук, увеличены клавиша пробела и клавиши управления курсором.

Использование таких клавиатур весьма заманчиво, но пользователи — народ консервативный, и ни одна из новых моделей еще не смогла серьезно потеснить на рынке клавиатуры традиционного дизайна.

Клавиатуры с программируемыми клавишами. Несколько фирм, в частности Maxi-Switch, предложили клавиатуры с программируемыми клавишами. Вы можете назначить клавишам различные функции или даже перепрограммировать раскладку клавиатуры (имеется в виду перепрограммирование средствами, встроенными в саму клавиатуру). Этот тип клавиатур поставляется распространителями IBM-совместимых компьютеров, например такой фирмой, как Gateway 2000. Однако процедуры программирования довольно сложны; к тому же случайное нажатие программируемых клавиш может перевести клавиатуру в альтернативный режим, и ее вновь придется настраивать. Другая сложность заключается в том, что дополнительные клавиши увеличили размеры клавиатуры, сделав ее шире. По-моему, программируемые функции используются крайне редко, поэтому я решил покупать только стандартные клавиатуры.

Поиск неисправностей и ремонт клавиатуры

Самыми распространенными неполадками в клавиатурах являются дефекты в кабеле и "залипания" клавиш.

Обнаружить дефект в кабеле довольно просто. Если клавиатура перестала работать или каждое нажатие на клавишу приводит к ошибке или вводу неправильного символа, то, скорее всего, проблемы связаны с кабелем. Убедиться в этом нетрудно, особенно если под рукой есть запасной кабель. Замените "капризный" кабель кабелем от исправной клавиатуры и посмотрите, не исчезла ли неисправность. Можно также проверить соединения в кабеле с помощью цифрового мультиметра, предварительно отсоединив кабель от клавиатуры. Проверять его будет значительно проще, если в мультиметре предусмотрен режим пробника со звуковым сигналом. При проверке каждого проводника слегка покачивайте концы кабеля, проверяя устойчивость контакта. Обнаружив разрыв одного из проводников, замените кабель или всю клавиатуру (если это будет дешевле). Из-за низкой стоимости клавиатуры иногда лучше заменить все устройство, чем заказывать новый кабель.

Часто первое сообщение о неисправности клавиатуры появляется во время выполнения процедуры POST. Код ошибки при неисправности клавиатуры обычно начинается с цифры 3. Если такое сообщение появилось, запишите код ошибки. В некоторых BIOS выводится не код ошибки, а что-нибудь наподобие Keyboard stuck key failure.

Подобное сообщение при "залипании" клавиши выводит BIOS фирмы Phoenix. К сожалению, по такому сообщению нельзя определить, какая именно клавиша неисправна.

Если перед кодом ошибки (`XX 3xx`) стоит двузначное шестнадцатеричное число, значит, это и есть скан-код неисправной клавиши. С помощью приведенных выше таблиц можно определить, какой клавише соответствует конкретный скан-код. Снимите колпачок с подозрительной клавиши и прочистите контактирующие поверхности — в большинстве случаев этого бывает достаточно.

Определить неисправность разъема клавиатуры на системной плате можно, измерив напряжения на некоторых контактах. Чтобы избежать повреждения клавиатуры или системного блока, выключите компьютер. Затем отсоедините клавиатуру и включите питание. Проверьте напряжения между общим проводом и остальными контактами (см. рис. 7.14). Если все напряжения находятся в указанных пределах (табл. 7.8), значит, узлы на системной плате, имеющие отношение к клавиатуре, исправны.

Таблица 7.8. Сигналы на разъеме клавиатуры

Контакт DIN	Контакт mini-DIN	Сигнал	Напряжение, В
1	5	Синхронизация клавиатуры	+2,0–5,5
2	1	Данные с клавиатуры	+2,0–5,5
3	—	Зарезервирован	—
4	3	Общий	—
5	4	+5 В	+4,8–5,5

Если измеренные напряжения отличаются от указанных, то, возможно, вышла из строя системная плата. В противном случае неисправность следует искать в кабеле или клавиатуре. Если вы считаете, что неисправен кабель, замените его. Если компьютер по-прежнему не работает, придется заменить клавиатуру или системную плату.

В некоторых новых компьютерах цепь питания разъемов клавиатуры и мыши на системной плате защищена плавким предохранителем, который можно заменить. Посмотрите, нет ли на системной плате поблизости от разъемов клавиатуры или мыши какого-нибудь предохранителя. В некоторых компьютерах контроллер клавиатуры (например, 8042) установлен в гнезде, т.е. он является съемным. В этом случае можно отремонтировать схему управления клавиатурой на материнской плате, просто заменив микросхему контроллера. Поскольку в этих ИС есть встроенное ПЗУ, для замены лучше покупать микросхему у фирмы — производителя системной платы или BIOS.

Список стандартных кодов ошибок клавиатуры для процедуры POST и диагностических программ приведен в следующей таблице.

Код ошибки	Описание
3xx	Неисправность клавиатуры
301	Неисправность сброса клавиатуры или „залипание" клавиши (XX 301, XX — шестнадцатеричный скан-код)
302	Заблокирован выключатель клавиатуры на системном блоке
302	Определяемая пользователем ошибка теста клавиатуры
303	Неисправность клавиатуры или системной платы; неисправность контроллера
304	Неисправность клавиатуры или системной платы; высокая частота синхронизации клавиатуры
305	Неисправность источника питания +5 В клавиатуры; в PS/2 вышел из строя предохранитель клавиатуры
341	Неисправность клавиатуры
342	Неисправность кабеля клавиатуры
343	Неисправность кабеля или платы светодиодов клавиатуры
365	Неисправность кабеля или платы светодиодов клавиатуры
366	Неисправность интерфейсного кабеля клавиатуры
367	Неисправность кабеля или платы светодиодов клавиатуры

Как разобрать клавиатуру. Клавиатуру часто приходится разбирать для ремонта и чистки. Главное в этом деле — *вовремя* остановиться! Клавиатуру можно разобрать на несколько сотен мелких деталей, после чего собрать ее будет невозможно. Клавиатура фирмы IBM состоит из четырех основных компонентов:

- кабелиы;
- корпуса;
- панели с клавишами;
- клавишных колпачков.

Разобрать клавиатуру на эти четыре части и заменить любую из них довольно просто, но не разбирайте панель с клавишами, иначе вы запутаетесь во множестве пружинок, пластинок и колпачков. На обратную процедуру вы потратите уйму времени, и успех вам отнюдь не гарантирован. На рис. 7.15 показана типичная клавиатура.

Еще одна проблема состоит в том, что мелкие детали (пластинки, пружинки и т.п.) купить невозможно, их можно только вытащить из другой клавиатуры, поэтому не выбрасывайте ненужные клавиатуры — детали от них могут пригодиться.

Обычно ремонт сводится к замене кабеля или чистке контактов разъема кабеля и контактирующих поверхностей клавиш. Если с кабелем клавиатуры обращаться неаккуратно (дергать его или изгибать) он выйдет из строя. Конечно, при его сборке эти обстоятельства учитываются, но все же могут нарушиться контакты в разъемах или даже возникнуть обрывы проводов внутри кабеля. Поэтому для каждого имеющегося у вас типа клавиатуры лучше иметь запасной кабель.

Кабели всех клавиатур подключаются к клавиатурам и к компьютерам с помощью разъемов, и любой кабель можно заменить, не прикручивая и не припаивая провода. В 83- и 84-клавишных клавиатурах для доступа к разъему кабеля придется открыть корпус. В 101-клавишных клавиатурах фирм IBM и Lexmark кабель подключается к клавиатуре через внешний разъем, похожий на малогабаритный телефонный разъем. Таким образом, указанные клавиатуры можно установить практически во все компьютеры (кроме первых PC), используя соответствующий кабель.

Например, единственное различие между клавиатурами IBM AT и IBM PS/2 заключается в соединительном кабеле. В компьютерах PS/2 кабель окрашен в коричневый цвет, а вилка для подключения к системному блоку имеет небольшой размер. Кабель в системах AT — черный, со стандартной вилкой типа DIN. Используя подходящие кабели, можно подключать одну и ту же клавиатуру к разным компьютерам.

Единственно разумные способы ремонта клавиатуры — замена кабеля и чистка отдельных клавиш, всего блока клавиатуры или кабельных разъемов. Отдельные пружинки или клавиши купить невозможно, да и разбирать устройство до такой степени не рекомендуется. Если чистка результатов не дает, придется заменить панель с клавишами (практически всю клавиатуру) или кабель.

Чистка клавиатуры. Чтобы поддерживать клавиатуру в рабочем состоянии, ее необходимо прочищать. Для профилактики рекомендуется раз в неделю (или хотя бы раз в месяц) чистить ее пылесосом. Вместо пылесоса для выдувания пыли и грязи можно использовать миниатюрный компрессор. Во время чистки с помощью компрессора держите клавиатуру клавишами вниз.

Во всех клавиатурах колпачки-кнопки съемные, чем можно воспользоваться, если клавиша работает плохо. Например, типична ситуация, когда клавиша срабатывает не при каждом нажатии. Причиной этого, как правило, оказывается грязь, скопившаяся под клавишей. Снимать колпачки с клавиш удобно U-образным захватом, предназначенным для извлечения из гнезд микросхем. Подведите загнутые концы захвата под колпачок, сведите их так, чтобы они зацепились за нижнюю кромку колпачка, и потяните его вверх. Фирма IBM выпускает и специальное приспособление для снятия колпачков, но зажим для микросхем лучше. Сняв кол-

пачок, удалите грязь струей сжатого воздуха. Затем наденьте колпачок на место и проверьте работу клавиши.

Не снимайте клавишу пробела в 83- или 84-клавишной клавиатуре — ее очень трудно поставить на место. В 101-клавишной клавиатуре используется другая конструкция, позволяющая снимать и устанавливать эту клавишу.

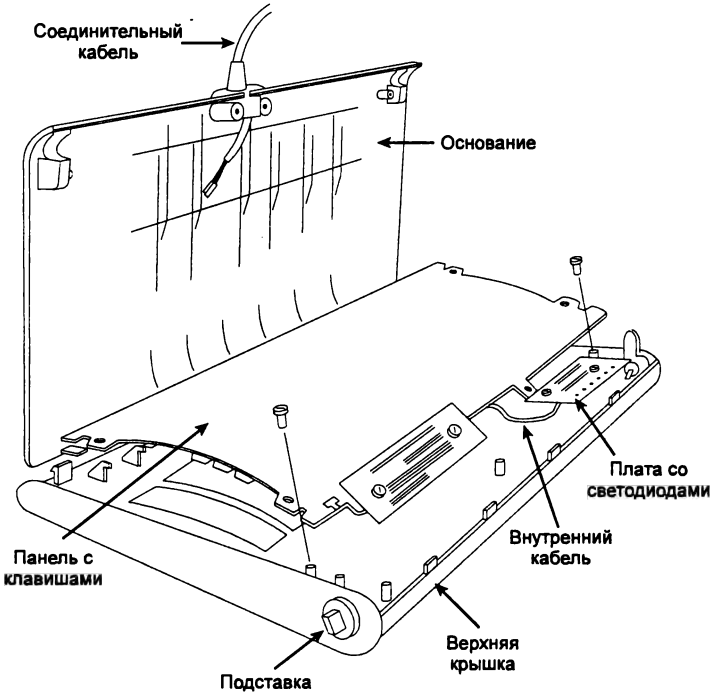


Рис. 7.15. Основные детали клавиатуры

Может случиться, что вы прольете на клавиатуру кофе или что-нибудь еще. Катастрофы при этом не произойдет, если вы быстро промоете клавиатуру *дистиллированной* водой, затем частично разберете ее и ополоснете той же водой все ее детали. Если пролитая жидкость высохла, дайте частям клавиатуры отмокнуть. После этого еще раз промойте детали клавиатуры примерно в пяти литрах воды — все незамеченные вами остатки грязи смоются окончательно. Когда клавиатура полностью высохнет, она будет работать. Наверное, вы удивитесь тому, что клавиатуру можно промывать водой, не нанося ущерба ее компонентам. Это действительно так, но вода обязательно должна быть дистиллированной, т.е. без осадка и растворенных минеральных солей. И еще одно замечание: клавиатуру надо полностью высушить, прежде чем подключать к компьютеру. Остатки влаги могут привести к коротким замыканиям в схеме. Не забывайте, что вода — хороший проводник.

Замена клавиатуры. Во многих случаях проще и дешевле заменить клавиатуру, а не заниматься ее ремонтом, особенно если неисправна ее электронная "начинка" или одна из клавиш. Достать запасные детали практически невозможно, но, даже если они есть, сама процедура их замены оказывается довольно сложной. Кроме того, большинство клавиатур, продаваемых вместе с дешевыми компьютерами, далеки от совершенства. Они, как правило, слишком "мягкие". Плохо работающая клавиатура вызывает сильное раздражение. Поэтому лучше *сразу* заменить клавиатуру более подходящей.

По-видимому, самые качественные клавиатуры выпущены фирмами IBM (точнее, ее дочерней фирмой Lexmark, разрабатывающей клавиатуры и принтеры) и Unicomp. Фирма Lexmark поставляет клавиатуры не только IBM, но и другим фирмам (и даже продает в розницу). Возможно, вам повезло, и у вас уже есть компьютер с клавиатурой фирмы Lexmark, а если — нет, приобретите ее отдельно. В 1996 году фирма Lexmark продала технологию производства клавиатур фирме Unicomp, которая ныне выпускает более 1 400 типов клавиатур.

В табл. 7.9 приведены номера клавиатур и кабелей, взятые из каталога фирмы IBM. По этим номерам их можно заказать как в самой фирме IBM, так и в других компаниях. Многие фирмы продают новые и подержанные клавиатуры дешевле, чем сама фирма IBM. Кроме того, точно такие же клавиатуры можно заказать и в фирме Unicomp, хотя на них нет фирменного значка IBM.

Таблица 7.9. Номера клавиатур и кабелей в каталоге фирмы IBM

Описание	Номер в каталоге
83-клавишная клавиатура PC с кабелем	8529297
Кабель для 83-клавишной клавиатуры PC	8529168
84-клавишная клавиатура AT с кабелем	8286165
Кабель для 84-клавишной клавиатуры AT	8286146
101-клавишная клавиатура без панели светодиодов	1390290
101-клавишная клавиатура с панелью светодиодов	6447033
101-клавишная клавиатура с панелью светодиодов (со значком PS/2)	1392090
6-футовый (1,8 м) кабель для 101-клавишной клавиатуры (разъем DIN)	6447051
6-футовый (1,8 м) кабель для 101-клавишной клавиатуры (разъем mini-DIN)	61X8898
6-футовый (1,8 м) кабель для 101-клавишной клавиатуры (экранированный разъем mini-DIN)	27F4984
10-футовый (1,8 м) кабель для 101-клавишной клавиатуры (разъем mini-DIN)	72X8537

Отметим, что старые 83- и 84-клавишные клавиатуры выпускаются с подсоединенным кабелем с 5-контактным разъемом DIN. Расширенная клавиатура продается без кабеля, и его приходится приобретать отдельно. В этом есть свои плюсы, поскольку можно купить кабель для подключения клавиатуры как к старым компьютерам, в которых установлены большие разъемы DIN, так и к системам PS/2 (и другим совместимым моделям), где используются разъемы mini-DIN.

Фирма IBM разработала программу *IBM Options* для того, чтобы любой пользователь IBM-совместимых компьютеров мог приобрести качественную клавиатуру в розничной торговле. Эти комплекты продаются через обычную торговую сеть, например через магазины фирм CompUSA и Computer Discount Warehouse (CDW), и стоят дешевле отдельных компонентов. Кроме того, на них распространяются все гарантии фирмы. В табл. 7.10 приведены номера изделий, распространяемых в соответствии с упомянутой программой.

В клавиатурах фирм IBM и Lexmark используются клавиши с емкостными датчиками. Эти датчики не имеют электрических контактов; вместо этого они реагируют на изменение емкости и сигнализируют о нажатии в одном из узлов матрицы переключателей. Они не так подвержены износу, как механические переключатели, и не имеют электрических контактов. Это делает их практически невосприимчивыми к грязи и коррозии, по сравнению с другими типами клавиатур.

Таблица 7.10. Клавиатуры фирмы IBM, распространяемые по программе *IBM Options* (розничная продажа)

Описание	Номер детали
101-клавишная клавиатура (кабель с разъемом DIN)	92G7454
101-клавишная клавиатура (кабель с разъемом mini-DIN)	92G7453
101-клавишная клавиатура, встроенный Trackball (кабель с разъемом DIN)	92G7456
101-клавишная клавиатура, встроенный Trackball (кабель с разъемом mini-DIN)	92G7455
101-клавишная клавиатура, встроенный TrackPoint II (кабель с разъемом mini-DIN)	92G7461

Фирмы IBM, Lexmark и Unicomp по приемлемой цене продают и другие разновидности клавиатур, среди которых есть модели со встроенным устройством TrackPoint II, которое представляет собой небольшой рычажок, расположенный между клавишами <G>, <H> и <B>. Для подключения этих клавиатур используется два разъема mini-DIN: один — собственно для клавиатуры, а второй — для TrackPoint II. Последнее устройство можно подсоединять только к порту мыши на системной плате PS/2.

Есть и другие фирмы, которые выпускают клавиатуры высокого качества. Продукция некоторых из них почти не уступает по качеству продукции IBM и Lexmark. Клавиатуры Maxi-Switch используются многими производителями совместимых систем, в частности фирмой Gateway 2000. Многие из таких компаний могут нанести на свои клавиатуры логотип вашей фирмы (так поступила Maxi-Switch с моделью, которую она делает для Gateway 2000). Это идеальный вариант для небольших компаний, которые ищут признания со стороны грандов.

Справочная литература

Очень много полезной информации можно почерпнуть из технических справочных руководств, выпускаемых фирмой IBM. В конце этой книги перечислены самые важные технические руководства IBM, в которых можно найти очень много полезной информации. Она особенно важна для пользователей совместимых систем, поскольку их производители не располагают такой подробной справочной литературой, как IBM, но многие из систем практически повторяют модели этой фирмы (недаром их называют *IBM-совместимыми!*). Что касается меня, то почти все свои знания и опыт я приобрел, штудируя именно подобного рода издания.

Издательство Annasoft Systems опубликовало книгу *PC Keyboard Design* (к ней прилагается компакт-диск), в которой описан протокол обмена между клавиатурой и компьютерами XT и AT. В ней приведены схемы и исходный код контроллера клавиатуры. Стоит эта книга (вместе с лицензией на использование исходного кода!) всего 249 долларов!

Мышь

В 1964 году Дуглас Энгельбарт (Douglas Englebart), работавший в Stanford Research Institute (SRI), изобрел мышь. Официально мышь была названа *указателем XY-координат для дисплея*. В 1973 году фирма Xerox применила мышь в своем новом компьютере Alto. К сожалению, тогда подобные системы были экспериментальными и использовались только в исследовательских целях.

В 1979 году компьютер Alto и его программное обеспечение были показаны нескольким инженерам фирмы Apple, в том числе Стивену Джобсу (Steve Jobs). Увиденное, особенно использование мыши в качестве устройства позиционирования для графического интерфейса, произвело на Джобса огромное впечатление. Фирма Apple тут же решила ввести это приспо-

собление в свой компьютер Lisa и пригласила к себе на работу около двадцати сотрудников фирмы Xerox.

Сама фирма Xerox в 1981 году выпустила компьютер Star 8010, в котором использовалась мышь. Но этот ПК оказался слишком дорогим и не имел успеха, возможно, потому, что опередил свое время. Apple выпустила компьютер Lisa в 1983 году, но стоил он около $10 000. Стив Джобс в это время работал над более дешевым преемником Lisa — компьютером Macintosh, который появился в 1984 году. Сначала этот компьютер не вызвал сенсации, но его популярность через некоторое время начала расти.

Многие считают, что появление и распространение мыши — это заслуга Macintosh, но очевидно, что сама идея и технология были заимствованы у SRI и Xerox. Хотя, конечно, Macintosh, а затем и Windows и OS/2 немало способствовали продвижению этой технологии в мире IBM-совместимых компьютеров.

Поначалу на рынке IBM-совместимых компьютеров мышь не пользовалась особым спросом, но с появлением Windows и OS/2 она стала почти обязательной принадлежностью всех систем. Сейчас мышь входит в комплект практически каждого компьютера.

Мыши выпускаются различными производителями, имеют самые разнообразные конструкции и размеры. Некоторые фирмы, взяв за основу стандартную мышь и перевернув ее, создали устройство, называемое *Trackball*. При его использовании вы двигаете рукой шарик, а не все устройство. Фирма IBM производит очень "крутое" устройство, называемое *Tracpoint*, которое может использоваться и как мышь (шариком вниз), и как Trackball (шариком вверх). В большинстве случаев в Trackball установлен шарик гораздо большего размера, чем в стандартной мыши. Дизайн Trackball идентичен дизайну мыши по базовым функциям и электрическому интерфейсу, но отличается ориентацией и размером шарика.

Среди фирм — производителей этого устройства наиболее крупными являются Microsoft и Logitech. Несмотря на внешнее разнообразие, все мыши работают одинаково. Основными компонентами устройства являются:

- корпус, который вы держите в руке и передвигаете по рабочему столу;
- шарик — датчик перемещения мыши;
- несколько кнопок (обычно две) для подачи (или выбора) команд;
- кабель для соединения мыши с компьютером;
- разъем для подключения к компьютеру.

Корпус мыши сделан из пластмассы, и в нем практически нет движущихся компонентов. В верхней части корпуса, под пальцами, располагаются кнопки. Количество кнопок может быть разным, но, как правило, их только две. Для работы дополнительных кнопок нужны специальные программы. Внизу располагается небольшой покрытый резиной металлический шарик, который вращается при перемещении мыши по столу. Вращение шарика преобразуется в электрические сигналы, которые по кабелю передаются в компьютер. В некоторых конструкциях мыши устанавливается оптический датчик, с помощью которого регистрируются перемещения устройства относительно нарисованной координатной сетки. Такая оптическая мышь может работать только на специальном коврике.

Длина кабеля мыши обычно колеблется от 4 до 6 футов (около 1,5 м)..

Замечание

Если есть возможность, выбирайте длинный кабель — вы будете не так „привязаны" к системному блоку компьютера.

Тип соединительного разъема зависит от используемого интерфейса. Наиболее распространены три интерфейса, но возможен и четвертый, комбинированный, вариант.

Взаимодействие мыши и компьютера осуществляется с помощью специальной программы-драйвера, которая либо загружается отдельно, либо является частью системного программного обеспечения. Например, для работы с Windows или OS/2 отдельный драйвер для мыши не нужен, но для большинства DOS-приложений он необходим. В любом случае драйвер (встроенный или отдельный) преобразует получаемые от мыши электрические сигналы в информацию о положении указателя и состоянии кнопок.

Устроена мышь довольно просто: шарик касается двух валиков, один из которых вращается при движении вокруг оси X, а второй — вокруг оси Y. На оси с валиками насажены небольшие диски с прорезями ("прерыватели"), через которые проходят (или не проходят) инфракрасные лучи от соответствующих источников. При вращении дисков лучи периодически прерываются, что регистрируется соответствующими фотодатчиками. Каждый импульс прошедшего излучения расценивается как один шаг по одной из координат. Такие *оптико-механические* датчики (рис. 7.16) получили наибольшее распространение.

Ниже описываются различные типы интерфейса мыши и ее обслуживание.

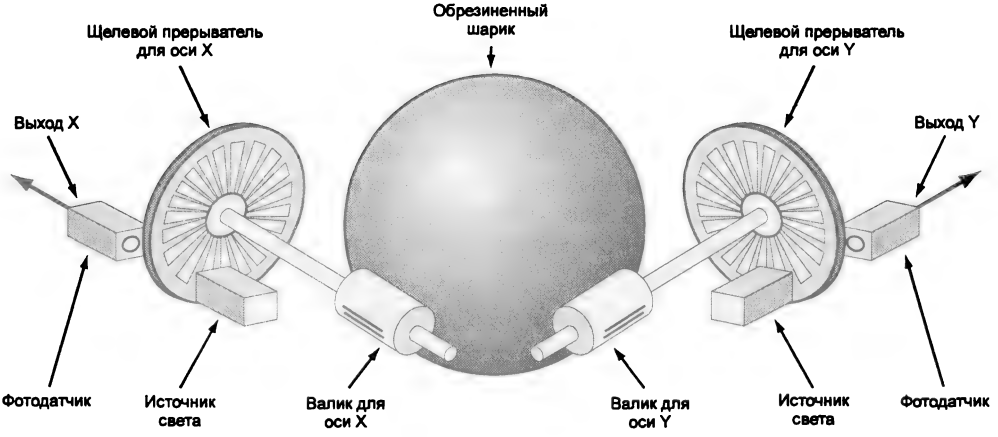


Рис. 7.16. Оптико-механические датчики мыши

Интерфейсы мыши

Мышь можно подключить к компьютеру тремя способами:

- через последовательный интерфейс;
- через специальный порт мыши на системной плате;
- через интерфейс шинной платы.

Последовательная мышь. В большинстве старых IBM-совместимых компьютеров мышь подключается через последовательный интерфейс. Как и у других последовательных устройств, соединительный кабель мыши оканчивается 9- или 25-штырьковым разъемом. В этих разъемах (DB-9 или DB-25) используется всего несколько контактов — остальные лишние.

Поскольку в большинстве компьютеров предусмотрено два последовательных порта (COM1 и COM2), мышь можно подключать к любому из них. При запуске программа-драйвер проверяет порты и определяет, к какому из них подключена мышь.

В связи с тем что последовательная мышь не подключается непосредственно к системе, она не использует ее ресурсов. Оказываются занятыми лишь ресурсы того последовательного

порта, к которому подключена мышь. Если, например, она подключена к порту COM2, то используется линия IRQ 3 и адреса порта ввода-вывода 2F8h–2FFh.

Порт мыши на системной плате (PS/2). В большинстве новых компьютеров предусмотрен специальный порт мыши, встроенный в системную плату. Впервые он появился в 1987 году в компьютерах PS/2, поэтому его часто называют *интерфейсом мыши PS/2*. Это отнюдь не значит, что такая мышь может работать только с PS/2. Наоборот, подразумевается, что ее можно подключить к любому компьютеру, в котором порт установлен на системной плате.

Кабель мыши, подключаемой к подобному порту, заканчивается таким же разъемом mini-DIN, как и кабель новой клавиатуры. Электрически порт мыши подключен к контроллеру клавиатуры 8042, установленному на системной плате. Во всех компьютерах PS/2 для клавиатуры и мыши используются разъемы mini-DIN. Они же (в целях экономии места на задней панели) применяются и в компьютерах семейства Slimline. В других компьютерах для подключения мыши применяются обычные разъемы, поскольку в большинстве стандартных корпусов не предусмотрен разъем mini-DIN для мыши. В этом случае приходится использовать переходной кабель между обычной штыревой розеткой системной платы и разъемом mini-DIN мыши PS/2.

Лучше подключать мышь к встроенному порту, так как при этом не приходится занимать дополнительные слоты расширения или последовательные порты, а возможности мыши не ограничиваются возможностями схем последовательного порта. Для порта мыши на системной плате используются прерывание IRQ 12 и адреса ввода-вывода 60h и 64h. Поскольку порт мыши на системной плате соединен с контроллером клавиатуры 8042, его адреса ввода-вывода те же, что и у этой ИС. Прерывание IRQ 12 — 16-разрядное, и в большинстве случаев оно не используется. Такое прерывание не должно использоваться для других устройств в любых системах с шиной ISA, в которых порт мыши установлен на системной плате, поскольку в шине ISA не допускается совместное использование прерываний.

Комбинированная мышь. Комбинированную мышь можно подключать как к последовательному порту, так и к порту PS/2. Мышь сама определяет, к какому порту она подключена, и настраивается соответствующим образом. Обычно такие мыши выпускаются с разъемом mini-DIN на конце кабеля и переходным адаптером на 9- или 25-контактный разъем последовательного порта.

Некоторые пользователи пытаются с помощью подобных переходников подключить "чистую" последовательную мышь к порту на системной плате или мышь PS/2 — к последовательному порту. В таком сочетании они работать не будут, и дело здесь не в переходном устройстве. Если явно не сказано, что мышь является комбинированной (т.е. одновременно и последовательной, и PS/2), то она может работать только с тем интерфейсом, для которого спроектирована. В большинстве случаев тип мыши указывается на нижней крышке корпуса.

Шинная мышь. Шинная мышь обычно используется в компьютерах, на системной плате которых нет порта мыши и свободных последовательных портов. *Шинная мышь* называется так потому, что для ее подключения нужна специальная интерфейсная плата, которая устанавливается в слот, а ее взаимодействие с драйвером мыши осуществляется через основную шину системной платы. Хотя работа с шинной мышью ничем не отличается от работы с другими ее разновидностями, многим она не по душе, поскольку занимает слот, который можно было бы использовать для установки других периферийных устройств.

Еще один недостаток шинной мыши заключается в ее электрической несовместимости с другими типами. Кроме того, адаптеры такой мыши выпускаются только для шины ISA и, так как они всегда 8-разрядные, корректный (бесконфликтный) выбор аппаратных прерываний (IRQ) ограничен. Помимо всего прочего, шинная мышь просто опасна, потому что в ней используется такой же разъем mini-DIN, как и у мыши PS/2, хотя они абсолютно не совместимы. (Мне неоднократно доводилось слышать, как выходили из строя системные платы при подключении шинной мыши к разъему для мыши PS/2.)

На платах адаптеров шинной мыши обычно устанавливаются перемычки для выбора прерываний и адресов порта ввода-вывода, но выбор линии IRQ ограничен только 8-разрядными прерываниями. Обычно это приводит к тому, что в системах, в которых используется два последовательных порта, свободной остается только линия IRQ 5, поскольку остальные 8-разрядные прерывания уже заняты. Если в компьютере установлена еще одна 8-разрядная плата, например звуковая, для которой тоже необходимо прерывание, то оба устройства одновременно без конфликтов работать не могут. Именно по этим причинам лучше использовать шинную мышь.

Замечание

Фирма Microsoft иногда называет шинную мышь *Inport mouse* (это ее фирменное название).

USB. Самый новый интерфейс для клавиатур персональных компьютеров и фактически всех периферийных устройств другого типа называется Универсальной последовательной шиной (Universal Serial Bus — USB). Клавиатуры USB подключают к персональным компьютерам с помощью универсального четырехпроводного разъема, одного для всех устройств USB. Поскольку к одному порту USB можно подключить до 127 устройств, клавиатуры этого типа часто имеют дополнительные разъемы USB, встроенные в корпус. В эти разъемы можно включить другие устройства USB.

Кроме того, штепсель USB, который подсоединяется к персональному компьютеру, может иметь дополнительный "сквозной" разъем. Именно такую конструкцию имеет стандартный штепсель USB с интегрированным разъемом USB, так что вы можете подключить другое устройство, используя один и тот же порт компьютера. Некоторые клавиатуры USB имеют также стандартный порт мыши PS/2, благодаря чему мышь можно подключить непосредственно к клавиатуре, а не к компьютеру.

Калибровка мыши

Большинство драйверов мыши имеет параметры, изменяющие эксплуатационные характеристики устройства. Эти параметры, конечно, не изменяют физические эксплуатационные характеристики мыши; вместо этого они используются процедурой операционной системы при интерпретации сигналов, получаемых от оборудования. В семействе операционных систем Windows для изменения этих управляющих параметров предусмотрено диалоговое окно Свойства: Мышь (Mouse: Properties).

На персональном компьютере, функционирующем под управлением операционной системы Windows 9x, в которой установлен стандартный драйвер для порта мыши PS/2, это окно показано на рис. 7.17.

Вкладка Кнопки мыши (Buttons). В этой вкладке пользователь может указать, является ли он левшой или правшой. В стандартной мыше с двумя кнопками, используемой для работы с Windows, левая кнопка мыши, как правило, применяется чаще правой. Она предназначена для выбора и перемещения объектов, а правая кнопка используется как дополнительная, которая обеспечивает доступ к контекстным меню и другим специальным средствам. Для левши назначение кнопок можно изменить.

Впрочем, пользователи-левши могут испытывать определенные затруднения, потому что документация и даже оборудование рассчитано на правшей. Руководства часто называют кнопки мыши левой и правой, а не основной и дополнительной. Но еще хуже обстоят дела с так называемой мышью Microsoft Ergonomic, поставляемой с очень многими новыми компьютерами, так как ее искривленная конструкция рассчитана на правшей. Я видел, что много пользователей научились держать эту мышь в левой руке, но в моем опыте примерно равное число левшей научились работать с этой мышью, держа ее в правой руке.

Бегунок в этой вкладке позволяет настроить скорость двойного нажатия (щелчка), т.е. интервал времени между двумя нажатиями (щелчками) основной кнопкой мыши, которые будут восприниматься не как два одиночных щелчка, а как один двойной щелчок. При использовании приложений типа проводника Windows указанное различие может играть довольно важную роль, поскольку при этом выполняются разные функции — переименование и открытие файла.

Вкладка Указатели (Pointers). В этой вкладке вы можете выбрать указатели, которые Windows 9x отображает при наступлении определенных системных событий. Операционная система предлагает большой выбор забавных указателей, некоторые из которых анимированы.

Вкладка Перемещение (Motion). В этой вкладке (рис. 7.18) вы можете "управлять" скоростью перемещения указателя, а также отображением шлейфа за указателем на экране компьютера. Если, например, ваш коврик для мыши маленький, то можете передвинуть вправо регулятор скорости, чтобы увеличить скорость перемещения курсора. Тогда не нужно будет поднимать мышь над поверхностью коврика, чтобы переместить указатель через весь экран. Мыши некоторых типов (например, TrackPoint, подключаемая ко многим портативным компьютерам) очень чувствительны даже к малейшим прикосновениям. Но это не беда: их легко подстроить, задав подходящее значение скорости перемещения.

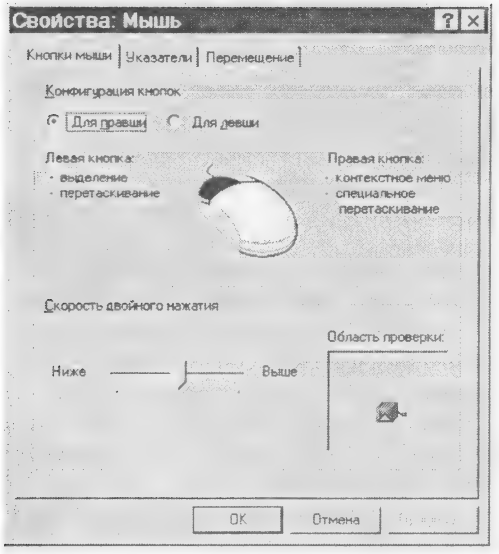


Рис. 7.17. В Windows 9x предусмотрено диалоговое окно для указания параметров, используемых драйвером мыши для изменения эксплуатационных характеристик мыши

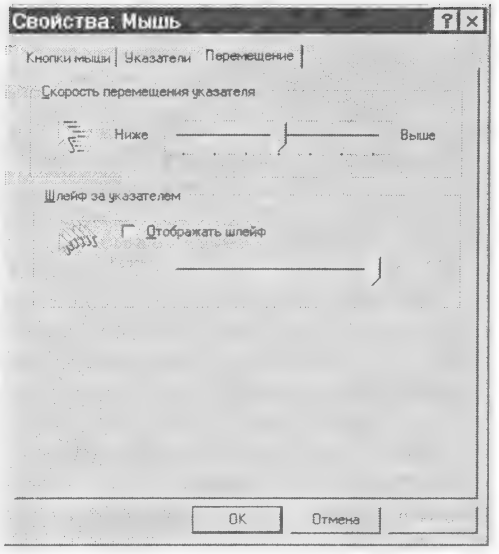


Рис. 7.18. Вкладка Перемещение *(Motion) позволяет задать отношение между скоростью перемещения мыши и скоростью перемещения указателя*

Можно также управлять отображением следа (шлейфа) указателя. Некоторые пользователи просто приходят в неописуемый восторг, наблюдая за треком (следом) указателя, в то время как другие сильно раздражаются при одном упоминании об этом.

Поиск неисправностей

Если мышь работает плохо или не работает вообще, нужно проверять как аппаратные средства, так и программное обеспечение. Поскольку устройство мыши достаточно простое, ее проверка не займет много времени. Однако на решение проблем, связанных с программным обеспечением, времени может потребоваться гораздо больше.

Неполадки в аппаратуре. Неполадки, возникающие при работе с мышью, как правило, связаны либо с загрязнением, либо с конфликтами из-за прерываний. В первом случае достаточно ограничиться простой чисткой, а во втором придется немного повозиться.

Чистка мыши. Если указатель движется по экрану "неуверенно", то, по-видимому, пришло время почистить мышь. Неравномерное перемещение и "застревание" указателя обычно происходят из-за пыли и грязи, накопившихся на шарике и валиках.

Почистить мышь очень просто. Переверните ее так, чтобы был виден шарик. Шарик удерживается в гнезде крышкой, которую можно снять. На ней может быть даже нарисована подсказка, как это сделать (в некоторых конструкциях, чтобы добраться до шарика, придется открутить несколько винтов). Откройте крышку — и вы увидите шарик и гнездо, в которое он вставлен.

Переверните мышь, и шарик выпадет. Внимательно осмотрите его. Он может быть серым или черным, но на нем не должно быть грязи и мусора. Если надо, промойте шарик в мыльной воде (или протрите спиртом) и высушите его.

Затем осмотрите гнездо, в которое укладывается шарик. Вы увидите два или три небольших ролика или валика, которым с помощью шарика передается вращение при движении мыши. Если на валиках или вокруг них скопилась пыль или грязь, удалите ее. Лучше всего для выдувания грязи использовать компрессор. Сами валики можно протереть жидкостью для чистки контактов. Остатки пыли и грязи обязательно нужно смыть, иначе они будут мешать вращению шарика.

По окончании чистки уложите шарик на место и аккуратно закройте крышку. Мышь должна выглядеть так же, как и до начала "водных процедур" (разве что станет немного чище).

Конфликты из-за прерываний. Аппаратные прерывания — это внутренние сигналы, сообщающие о наступлении каких-либо событий. В случае использования мыши прерывание возникает тогда, когда появляется необходимость передать информацию от мыши к программе-драйверу. Если отведенное для мыши прерывание используется еще одним устройством, возникает конфликт, и мышь начнет работать неправильно или не будет работать совсем.

Если в компьютере используется отдельный порт мыши, конфликты из-за прерываний обычно не возникают, но они могут появиться при работе с другими интерфейсами мыши. В случае последовательного интерфейса конфликты из-за прерываний обычно возникают при добавлении третьего или четвертого последовательного порта. Это происходит потому, что в компьютерах с шиной ISA нечетные последовательные порты (1 и 3) часто настраиваются для использования одного прерывания; это относится и к четным портам (2 и 4). Если, например, мышь подключена к порту COM2, а внутренний модем использует порт COM4, то оба устройства могут быть настроены на одно и то же прерывание, и использовать их одновременно нельзя. Чтобы они могли работать вместе, необходимо переключить мышь (или модем) на другой последовательный порт. Если, например, мышь подсоединить к COM1, а модем оставить в COM4, будет все нормально, поскольку для нечетных и четных портов отведены разные прерывания.

Устранить конфликты, связанные с прерываниями, можно, настроив систему так, чтобы никакие два устройства не использовали одно и то же прерывание. Существуют адаптеры последовательных портов, которые добавляют в систему порты COM3 и COM4 таким образом, что прерывания, используемые этими портами, они не совпадают с теми, которые назначены портам COM1 и COM2. При установке этих плат новые порты COM используют свободное прерывание 10, 11, 12, 15 или 5. Если вы настраиваете свой компьютер с шиной ISA на совместное использование прерываний — проблемы в будущем вам гарантированы.

Если мышь вашего ПК подключена к шинному интерфейсу и вы подозреваете, что в системе возник конфликт из-за прерываний, воспользуйтесь диагностической программой Microsoft Diagnostic (MSD) для определения номера прерывания мыши. Эта программа входит в состав Windows (начиная с версии 3.0) и MS DOS (начиная с 6.0), но ее можно приобрести и отдельно. Ее можно использовать вместе с OS/2 и IBM DOS.

Имейте в виду, что подобные программы, идентифицирующие распределение линий запроса прерываний IRQ, не всегда обеспечивают стопроцентную точность, а программа-драйвер соответствующего устройства должна быть загружена заранее. После определения номера прерывания, возможно, придется изменить настройку IRQ на плате адаптера шинной мыши или другого устройства компьютера для обеспечения их нормальной совместной работы.

Если драйвер отказывается распознавать мышь, попробуйте подключить другую, работоспособную мышь. Такая замена может оказаться единственным способом выяснить, с чем связаны неполадки: с неисправной мышью или с испорченной программой.

Иногда неисправность мыши приводит к зависанию компьютера сразу же после загрузки драйвера или даже тогда, когда диагностическая программа MSD пытается идентифицировать мышь. Справиться с такой проблемой можно, запустив MSD с ключом `/I`, который предписывает программе пропустить этап предварительной проверки всех устройств в компьютере. После этого выполняйте все тесты, включая и тест мыши, по отдельности до тех пор, пока система не заблокируется. Если во время тестирования мыши компьютер зависнет, значит, проблема связана либо с мышью, либо с ее портом. Сначала попробуйте заменить мышь. Если это не поможет, вероятно, придется заменить последовательный порт или адаптер шинной мыши. Если из строя вышел порт мыши на системной плате, либо замените всю системную плату (а это будет стоить очень недешево!), либо просто отключите этот порт (путем перестановки перемычек или с помощью программы настройки системы) и установите последовательную или шинную мышь.

Проблемы, связанные с программным обеспечением. Неполадки, связанные с программным обеспечением, обычно сложнее аппаратных и проявляются в том, что мышь просто не работает. В такой ситуации, прежде чем ковыряться в самой мыши или в портах, проверьте драйвер и программы-приложения.

Драйвер мыши. Для того чтобы мышь работала, нужно загрузить соответствующую программу-драйвер. Лучше пользоваться драйверами, встроенными в Windows и OS/2, при этом дополнительный драйвер не нужен. Загружать внешний драйвер (через файл CONFIG.SYS) следует только в том случае, если мышь предполагается использовать в DOS-приложениях.

Если мышь необходима для работы в DOS, т.е. вне Windows или OS/2, драйвер должен быть загружен через CONFIG.SYS или AUTOEXEC.BAT. Драйвер, загружаемый через файл CONFIG.SYS, обычно называется *MOUSE.SYS*, а через AUTOEXEC.BAT — *MOUSE.COM*. (У различных фирм-производителей эти драйверы называются по-разному.) Еще раз напомним, что при работе с Windows или OS/2 данные драйверы загружать не нужно.

Прежде всего убедитесь, что в файле CONFIG.SYS или AUTOEXEC.BAT записана команда загрузки драйвера. Если ее нет, добавьте нужную строку в соответствии с рекомендациями, приведенными в описании мыши или драйвера. Например, команда загрузки через файл CONFIG.SYS драйвера мыши фирмы Microsoft выглядит так:

```
DEVICE=\DOS\MOUSE.SYS
```

Синтаксис команды может быть и другим — он зависит от того, загружаете ли вы драйвер в верхнюю память, и от названия каталога на диске, в котором хранится файл MOUSE.SYS.

Серьезная проблема, связанная с отдельным драйвером мыши, возникает при его загрузке в область верхней памяти (UMB). Для старых драйверов (более ранних версий, чем 9.0) при начальной загрузке требовалась слишком большая область UMB (от 40 до 56 Кбайт). И хотя в окончательном виде они занимали меньше 20 Кбайт, загрузить их в UMB при объеме, который был меньше, чем объем свободного блока, было невозможно.

Лучшее, что я могу вам посоветовать, — это использовать новейшие драйверы фирмы Microsoft: версии 9.01 и более поздние. Они работают с любой мышью, совместимой с Microsoft, т.е. практически со всеми. Фирма Microsoft возьмет с вас около 50 долларов за обновление вашей версии драйвера мыши до более поздней версии. Но вы можете приобрести новый

драйвер с новой мышью не дороже, чем за 35 долларов. Поэтому покупать только лишь драйвер невыгодно. С DOS 6.22 и более ранними версиями Microsoft все еще поставляются старые версии драйвера. IBM включает новый драйвер в PC DOS 6.3, но возвращается к более старому драйверу в PC DOS 7.0.

Версия 9.01 или более поздняя занимает меньший объем памяти и автоматически загружается в область UMB. Одно из достоинств драйверов заключается в том, что каждый из них сначала загружается в обычную память, сжимается до 24 Кбайт, а затем автоматически перемещается в UMB. Мало того, драйвер сам находит необходимый минимальный свободный блок UMB, а не просто загружается в блок максимального размера, что обычно происходит при использовании команд DEVICEHIGH, LOADHIGH и LH. Как уже говорилось, для старых драйверов нужен был свободный блок от 40 до 56 Кбайт, и, конечно же, драйверы не могли "перебраться" в него самостоятельно. Нововведения, использованные в последних версиях, позволяют сэкономить значительный объем памяти, и я надеюсь, что технология "самозагрузки" и "самооптимизации" будет применяться и в других программах-драйверах.

После включения строки загрузки драйвера мыши в файл CONFIG.SYS или AUTOEXEC.BAT перезапустите компьютер (с подключенной мышью) и проследите за процессом загрузки. Если команда выполняется, а драйвер не загружается, читайте появляющиеся сообщения. Если же выводится сообщение о том, что драйвер не загружен, выясните, почему это происходит. Например, драйвер может не загружаться из-за нехватки памяти. Выяснив причины, исправьте ситуацию и убедитесь, что драйвер загружен. Еще раз напомним, что проблем, связанных с памятью, у новых драйверов (версий 9.1 и последующих) почти не бывает.

Возможно также, что для некоторых программ нужны определенные драйверы мыши. Например, фирма Microsoft продает драйверы версий 9.1 и последующих. Если вы пользуетесь старым драйвером, а программа рассчитана на более новую версию, то мышь с такой программой будет работать некорректно (или не будет работать вовсе). В этом случае вам придется связаться с производителем и заказать у него драйвер. Зачастую это можно сделать через раздел *BBS*, который ведет фирма-производитель, или через сеть *CompuServe*. Что касается Microsoft, то она не распространяет свои новые драйверы через BBS.

Проблемы при работе с прикладными программами. Если мышь не работает с конкретной прикладной программой, проверьте настройку программы или самой мыши. Убедитесь, что вы сообщили программе о присутствии мыши (если это необходимо). Если мышь с ней по-прежнему не работает, но нормально функционирует с другими прикладными программами, обратитесь к документации к этому приложению.

IntelliMouse фирмы Microsoft

В конце 1996 года Microsoft представила новую модель мыши — IntelliMouse. Новое устройство выглядит практически так же, как и стандартная мышь Microsoft, но между правой и левой кнопкой у нее есть маленькое колесико.

Функций у колесика две. Во-первых, оно работает как устройство для прокрутки изображений на экране — очень удобно просматривать документы или страницы Web, слегка прокручивая колесико вверх и вниз указательным пальцем. Во-вторых, если на колесико нажать, оно сработает как третья кнопка мыши.

Трехкнопочные мыши существуют уже давно, а вот функция прокрутки — это действительно нечто новое. Теперь, чтобы прокрутить изображение на экране, больше не нужно подводить курсор мыши к кнопкам прокрутки, расположенным с правой стороны экрана, или отнимать руку от мыши, чтобы воспользоваться клавиатурой; легкое движение пальцем — вот все, что нужно! Каждый, кто просматривает Web-страницы, работает с текстовыми процессорами или электронными таблицами, согласится, что это очень удобно. И кроме того, в отличие от трехкнопочных мышей других производителей, трудно нажать на колесико по ошибке — ведь оно маленькое, не попадает все время под пальцы и на ощупь отличается от двух других кнопок.

Но один недостаток у IntelliMouse все же есть: колесико работает *только* с теми программами, которые поддерживают новые возможности мыши. Однако, пока шли дискуссии вокруг IntelliMouse, фирма Microsoft уже усовершенствовала и Internet Explorer, и все приложения Office 97, так что все они теперь поддерживают новые возможности мыши. И более того, теперь, работая с приложениями Office 97, можно использовать колесико не только для обычной прокрутки, но и для изменения размера окна; в последнем случае следует удерживать при этом нажатой клавишу <Ctrl>. А удерживая <Shift>, можно увеличивать и уменьшать размеры выделенной области. Как только появятся новые версии других программ, они тоже, скорее всего, будут поддерживать функции IntelliMouse.

В драйвер IntelliMouse 2.0, кроме стандартных функций предыдущих версий драйверов мыши, Microsoft добавила и несколько новых интересных возможностей. Одна из них называется *ClickLock*, т.е. *блокировка нажатия*. Она позволяет перетаскивать элементы, не удерживая левую кнопку нажатой постоянно. Можно настроить драйвер так, чтобы вам было удобно работать, указав, как долго левая кнопка должна оставаться в нажатом состоянии, чтобы эта функция включилась. А еще можно указать драйверу, чтобы при нажатии на кнопку-колесико он игнорировал все функции, специфические для конкретного приложения, а вместо этого во всех приложениях Windows выполнял одно из следующих действий:

- двойной щелчок левой кнопки мыши;
- открытие файла справки приложения;
- переключение в Проводник Windows;
- вызов меню кнопки Пуск.

Остальные функции нового драйвера унаследованы от предыдущих его версий, и среди них такие, как функция Snap To, перемещающая указатель к той кнопке диалогового окна, которая выбирается по умолчанию, а также "след" при перемещении курсора мыши и исчезновение курсора при вводе текста с клавиатуры.

Устройство TrackPoint II/III

20 октября 1992 года фирма IBM на своих новых компьютерах ThinkPad 700 и 700C внедрила революционно новое устройство позиционирования, названное *TrackPoint II*. Это устройство, часто называемое манипулятором, представляет собой небольшой резиновый рычажок, находящийся на клавиатуре между клавишами <G>, <H> и <B>. После появления мыши это был самый решительный шаг вперед в развитии технологии манипуляторов.

Такое устройство практически не занимает места на клавиатуре, не имеет подвижных частей, которые могли бы сломаться или загрязниться. Самое важное состоит в том, что от вас не требуется убирать руки с клавиатуры — это очень удобно, если вы печатаете вслепую.

Мне посчастливилось встретить создателя и разработчика этого устройства на выставке COMDEX/ Windows World в Чикаго. Он демонстрировал изготовленные по заказу клавиатуры с маленькими силиконово-резиновыми рычажками по центру и пытался привлечь внимание публики к своему изобретению. Мне предложили его опробовать. Нажимая на резиновый колпачок (небольшую резиновую накладку) рычажка указательным пальцем, можно было перемещать указатель мыши на экране! Сам рычажок при этом оставался неподвижным, чем радикально отличался от джойстика. Это было потрясающе! Под резиновой накладкой располагались датчики давления, с помощью которых определялись величина и направление прикладываемого усилия. Чем сильнее я нажимал, тем быстрее двигался указатель. Его можно было плавно перемещать в любое место экрана, слегка изменяя направление усилия. Буквально через несколько минут тренировки мои движения стали автоматическими: стоило только подумать о том, где должен находиться указатель, и он сразу же оказывался именно там.

Это не просто замена мыши, а более удобное устройство позиционирования для тех, кто печатает вслепую и не любит снимать руки с клавиатуры.

Господина, которого я встретил на выставке, звали Тэд Зелькер (Ted Selker). Он и Джозеф Рэтлидж (Joseph Rutledge) разработали это устройство позиционирования в исследовательском центре фирмы IBM. Тогда я не получил ответа на вопрос, когда будут доступны такие клавиатуры. Фирма не планировала тотчас же приступать к их выпуску, а изучала мнение пользователей об этой новинке. Однако через шесть месяцев IBM выпустила компьютер Thinkpad 700 с устройством *TrackPoint II*. После того как вышла в свет эта версия, стало доступным усовершенствованное устройство с большей чувствительностью и большим диапазоном управления, названное *TrackPoint III*.

Замечание

Причина, по которой новое устройство было названо именно так, состоит в том, что ранее IBM было выпущено комбинированное устройство под названием *TrackPoint*, которое могло работать и как мышь, и как трекбол (Trackball). (Сейчас его выпуск прекращен, и оно не имеет ничего общего с рассматриваемым здесь устройством.) Вскоре вслед за TrackPoint II появился его усовершенствованный вариант — *TrackPoint III*. Это основательно модернизированная версия TrackPoint II. В дальнейшем я буду называть все TrackPoint II, III и последующие версии устройства просто *TrackPoint*.

Современный TrackPoint представляет собой резиновый выступ между клавишами <G>, <H> и <B>. Две кнопки под клавишей пробела соответствуют правой и левой кнопкам мыши. Чтобы на них нажать, не надо снимать руки с клавиатуры.

Исследования, проведенные изобретателями этого устройства, показали: на то, чтобы перенести руку с клавиатуры на мышь и обратно, уходит около 1,75 с. Если вы печатаете со скоростью 60 знаков в минуту, то теряете на этом около двух слов. При работе с TrackPoint практически все это время экономится. Одновременно нажимая на рычажок и кнопку, можно легко перемещать объекты на экране.

Еще одно достоинство TrackPoint состоит в том, что его можно использовать вместе с мышью, обеспечив двойное управление указателем. На экране присутствует только один указатель, но его можно перемещать как с помощью TrackPoint, так и с помощью подключенной мыши. С этими устройствами могут работать два пользователя (перемещая при этом один и тот же указатель!). Приоритетом пользуется устройство, начавшее перемещение, и управление указателем сохраняется за ним до окончания движения. Второе устройство позиционирования при этом автоматически блокируется.

Очевидно, что TrackPoint является идеальным устройством позиционирования для портативных компьютеров. Поэтому некоторые производители портативных компьютеров, например Toshiba, приобрели лицензию на устройство позиционирования TrackPoint у фирмы IBM. Часто они присваивают ему другое название, хотя технология и манипулирование им аналогичны. Так, Toshiba в своих системах называет его *Accupoint*.

Я сравнивал TrackPoint с другими устройствами позиционирования для портативных компьютеров. Например, Trackball, встроенные в клавиатуры некоторых систем, использовать не очень удобно, да и руки с клавиатуры приходится убирать. Кроме того, мышь и трекбол (Trackball) (особенно его миниатюрный вариант) часто отказываются работать при попадании в них пыли и грязи.

К сожалению, многие производители портативных систем отказались приобрести лицензию на технологию TrackPoint у IBM, а вместо этого пытаются копировать ее, используя худшие датчики и программное обеспечение. Большинство недостатков этих нелицензированных устройств состоит в том, что они работают не очень хорошо, как правило, — медленнее, они менее чувствительны и аккуратны.

Новое устройство TrackPoint III отличается от предыдущего в основном материалом, из которого изготовлен резиновый колпачок. Если в TrackPoint II фирмы IBM и в Accupoint фирмы Toshiba колпачки изготавливались из силиконовой резины, которая легко пачкалась и становилась липкой, что требовало очистки, то колпачки TrackPoint III изготовлены из другого, более шероховатого материала. Их не нужно постоянно очищать. Я пользовался обоими типами устройств и могу сказать, что TrackPoint III более удобен.

Замечание

В устройстве Accupoint фирмы Toshiba используются такие же датчики давления, как и в TrackPoint III. В своей портативной системе Toshiba я использовал колпачок от TrackPoint III и это улучшило мою работу. Вы можете приобрести такие колпачки непосредственно в IBM или у распространителей ее продуктов, например, таких как DakTech, по цене приблизительно 9 долларов за набор из двух колпачков.

Установить колпачок очень просто: снимите старый колпачок и установите новый. Вы будете благодарны мне, когда почувствуете, насколько облегчится ваша работа.

Другим отличием TrackPoint II от TrackPoint III является новая технология IBM, в которой программное обеспечение учитывает не только то, насколько быстро вы двигаете указателем, но и как быстро вы нажимаете и отпускаете устройство.

Преимуществами модели TrackPoint могут воспользоваться не только владельцы портативных компьютеров. Фирмы IBM и Lexmark выпускают расширенную настольную клавиатуру со встроенным устройством TrackPoint. Этими клавиатурами комплектуются компьютеры PS/2. Первоначально такие клавиатуры предназначались только для подключения к порту мыши на системной плате (типа PS/2). Теперь же выпускается два их типа. Первый рассчитан на порт мыши PS/2 (разъем mini-DIN) и снабжен таким же разъемом, как и клавиатура. У клавиатур второго типа — стандартный разъем DIN (клавиатура) и разъем последовательного порта. Вы можете приобрести эти клавиатуры непосредственно в фирме Lexmark.

TrackPoint, вероятно, является одной из самых революционных разработок в области устройств позиционирования со времени изобретения мыши. Поскольку фирма IBM продала лицензию на эту технологию другим производителям, вы можете встретить подобные устройства во многих системах.

Устройство Glidepoint

В ответ на появление TrackPoint некоторые компании предложили свои варианты конструкции устройств позиционирования. Например, фирма Alps Electric представила устройство указания, названное *Glidepoint*. В Glidepoint используется плоский квадратный планшет, который реагирует на положение пальца. Это устройство работает по тому же принципу, что и емкостные датчики, используемые в качестве кнопок управления лифтами, которые устанавливаются в некоторых офисах и гостиницах. Glidepoint размещаются не между клавишами, а под клавишей пробела и измеряют давление, оказываемое пальцем, на планшет. Датчик под планшетом преобразует движение пальца в движение указателя на экране. Несколько производителей портативных компьютеров приобрели лицензию на это устройство в фирме Alps и оснащают им свои системы. Новые устройства для портативных систем, такие как TrackPoint и Glidepoint, полностью затмили популярные когда-то Trackball и мышь.

Несмотря на достаточно широкое применение, эта технология имеет ряд недостатков. Управление устройством зависит от сопротивления кожи и содержания на ней влаги, а также от чувствительности и подвижности ваших пальцев. Но наибольшим недостатком является то, что для работы с сенсорным датчиком необходимо снимать руки с клавиш, а это сильно замедляет работу.

С другой стороны, если вы не печатаете вслепую, то управлять сенсорным датчиком вам будет проще, чем TrackPoint. Для портативных систем указательные устройства типа сенсорного датчика предпочтительнее трекбола (Trackball) или внешней громоздкой мыши.

Интерфейс игрового адаптера (джойстика)

Игровой адаптер представляет собой специальное устройство ввода, которое позволяет подключать к компьютеру до четырех игровых пультов или двух джойстиков. Термин *игровой пульт* используется для обозначения ручки управления, с помощью которой можно перемещать объекты на экране. Она была названа так после появления первой популярной видеоигры Pong, в которой ручка управления позволяла перемещать ракетки.

Функции адаптера игрового пульта выполняет специальная плата шины ISA или MCA. Кроме того, подобная возможность может быть предусмотрена на какой-либо многофункциональной плате. Такой пульт подключается к 15-контактному разъему типа D (рис. 7.19).

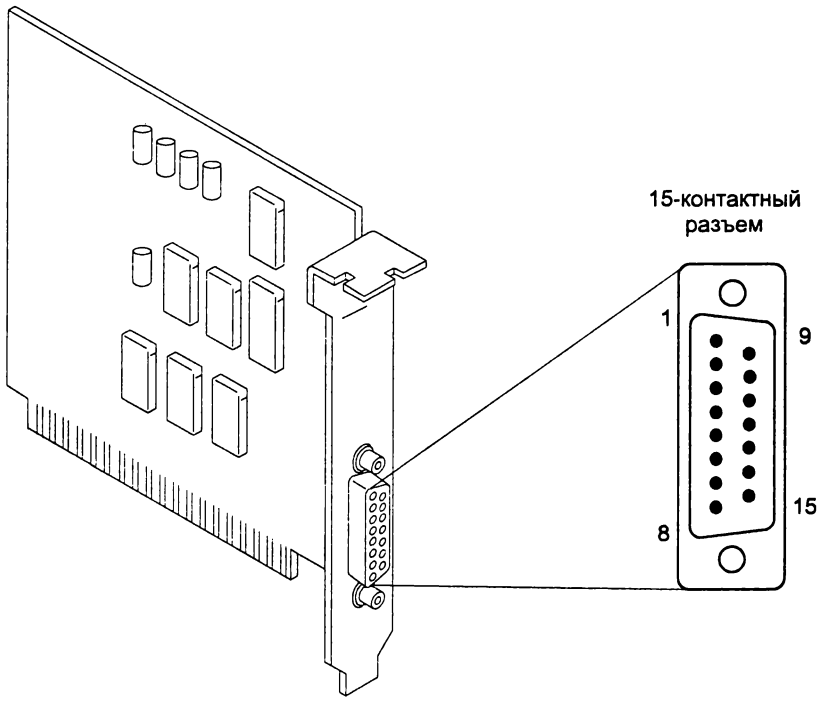


Рис. 7.19. Типичный игровой адаптер и 15-контактный разъем

Игровой адаптер может воспринимать сигналы от четырех переключателей (кнопок) и четырех потенциометров. На каждом пульте обычно есть одна кнопка и один управляемый переменный резистор (потенциометр), а на джойстике — две кнопки и рукоятка, позволяющая управлять двумя потенциометрами, которые в джойстике соответствуют двум координатам: один реагирует на перемещение по вертикали (X), а второй — по горизонтали (Y).

Более совершенные контроллеры также отслеживают вращение джойстика. Кроме того, некоторые цифровые джойстики реагируют на прикладываемое усилие и позволяют отслеживать перемещение не только вдоль пары осей (X и Y), но и вдоль оси Z, т.е. прослеживать перемещение в трехмерном пространстве.

Кроме того, в универсальной последовательной шине предусмотрен двунаправленный интерфейс, чтобы игрок мог посредством джойстика чувствовать реакцию компьютера на выполняемые действия. Для этого в джойстик встраиваются сервоприводы. Они позволяют, например, ощутить дрожание руля при езде по ухабистой дороге. Эта технология названа *силовой обратной связью* (*force feedback*); она уже применяется в таких изделиях как игровой контроллер Microsoft Sidewinder Force Feedback Pro.

Сопротивление потенциометра изменяется в интервале от 0 до 100 кОм. Адаптер преобразует их в пропорциональную длительность импульса. Измеряя ее, можно определить относительное (по отношению к максимальному значению) сопротивление, т.е. положение рукоятки. Игровой адаптер использует минимум системных ресурсов. Для него не нужны ни цепь запроса прерывания IRQ, ни канал прямого доступа к памяти, ни пространство памяти; необходим лишь адрес порта ввода-вывода 201h. Система взаимодействует с адаптером только при выполнении операции записи и считывания через порт 201h.

Обратите внимание, что сопротивление джойстика опрашивается адаптером; интерфейс игрового порта не управляется прерыванием. Это означает, что программа сама должна просканировать устройство, посылая команду ввода-вывода, а не ожидать прерывания.

В табл. 7.11 приведено назначение выводов интерфейсного разъема PC-совместимого игрового адаптера.

Таблица 7.11. Назначение выводов интерфейсного разъема игрового адаптера

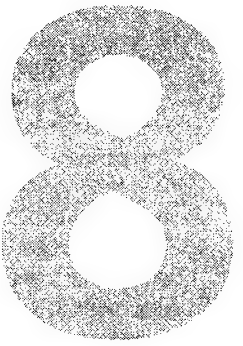
Контакт	Сигнал	Функция	Тип вывода
1	+5 В	Ракетка 1, джойстик A	Выход
2	Кнопка 4	Кнопка ракетки 1, кнопка 1 джойстика A	Вход
3	Позиция 0	Позиция ракетки 1, координата X джойстика A	Вход
4	Общий	—	—
5	Общий	—	—
6	Позиция 1	Позиция ракетки 2, координата Y джойстика A	Вход
7	Кнопка 5	—	Вход
8	+5 В	Ракетка 2	Выход
9	+5 В	Ракетка 3, джойстик B	Выход
10	Кнопка 6	Кнопка ракетки 3, кнопка 3 джойстика B	Вход
11	Позиция 2	Позиция ракетки 3, координата X джойстика B	Вход
12	Общий	—	—
13	Позиция 3	Позиция ракетки 4, координата Y джойстика B	Вход
14	Кнопка 7	Кнопка ракетки 4, кнопка 2 джойстика B	Вход
15	+5 В	Ракетка 4	Выход

Игровые адаптеры для шин ISA и MCA можно без труда найти в продаже. Узнайте у продавцов, какие компании могут предложить эти типы адаптеров, или обратитесь в одну из больших торговых фирм.

Некоторые производители выпустили специализированные джойстики, совсем не похожие на рукоятку. Возможно, самыми известными из них являются рулевое колесо и педали, используемые в автомобильных или авиационных игровых имитаторах. Для вашего компьютера они, по сути, являются джойстиком и пультом, но вместо ручек пульта переменными резисторами управляют рулевое колесо и педали. На рынке популярных автомобильных и авиационных игровых имитаторов существует множество таких устройств, и они могут сделать эти игры значительно более реалистичными. Поскольку в игровых адаптерах к различным входам пульта управления могут быть подключены различные органы управления, убедитесь, что ваше программное обеспечение будет поддерживать именно то управляющее устройство, которое вы выбрали.

Глава 8

Устройства отображения информации



Информационную связь между пользователем и компьютером обеспечивает монитор. Можно обойтись без принтера, дисководов и плат расширения, но работа без монитора — это работа вслепую: не видны ни результаты, ни команды, вводимые с клавиатуры.

Первые микрокомпьютеры представляли собой небольшие блоки, в которых практически не было средств индикации. Все, что имел в своем распоряжении пользователь, — это набор мигающих светодиодов или распечатка результатов на принтере. Общение пользователя с компьютером осуществлялось через телетайп или пишущую машинку. С появлением монитора компьютер стал более привлекательным для широкой аудитории пользователей. Тенденция к развитию графических пользовательских интерфейсов, подобных Windows и OS/2, продолжается и сегодня.

Система отображения ПК состоит из двух главных компонентов:

- монитора (дисплея);
- видеоадаптера (называемого также *видеоплатой*, или *графической платой*).

В этой главе рассматриваются видеоадаптеры, используемые в IBM-совместимых ПК, и мониторы, которые могут быть к ним подключены.

Мониторы

Монитор представляет собой устройство отображения, которое устанавливается над компьютером, рядом с ним или в корпусе ПК. Как и любой другой блок ПК, он требует подключения к источнику входной информации. Сигналы, которые управляют работой монитора, поступают от электронных схем, размещенных внутри компьютера. В некоторых ПК эти схемы располагаются на материнской плате. Однако в большинстве систем используются отдельные платы, которые вставляются в слоты системной шины или шины расширения. Такие платы расширения, вырабатывающие сигналы управления отображением, называются *видеоплатами*, или *видеоадаптерами*.

Замечание

В некоторых компьютерах, например Cyrix MediaGX, видеоадаптер (как и аудиоадаптер и контроллер памяти) встроен в процессор. Это позволяет избежать задержек при передаче данных между процессором и видеоадаптером, а также упрощает оптимизацию использования памяти. Однако для такого процессора необходима специальная системная плата.

Методы отображения

Информация на мониторе может отображаться несколькими способами. Самым распространенным является отображение на экране *электронно-лучевой трубки (ЭЛТ)*, такой же, как в телевизоре. ЭЛТ представляет собой электронный вакуумный прибор в стеклянной колбе, в горловине которого находится электронная пушка, а на дне — экран, покрытый люминофором.

Нагреваясь, электронная пушка испускает поток электронов, которые с высокой скоростью двигаются к экрану. Поток электронов (электронный луч) проходит через фокусирующую и отклоняющую катушки, которые направляют его в определенную точку экрана, покрытого люминофором. Под воздействием ударов электронов люминофор излучает свет, который видит пользователь, сидящий перед экраном компьютера.

Химическое вещество (обычно содержащее фосфор), используемое в качестве люминофора, характеризуется *временем послесвечения*, которое отображает длительность свечения люминофора после воздействия электронного пучка. *Время послесвечения* и *частота обновления* изображения должны *соответствовать* друг другу, чтобы не было заметно мелькание изображения (если время послесвечения очень мало) и отсутствовала размытость и удвоение контуров в результате наложения последовательных кадров (если время послесвечения слишком велико).

Электронный луч движется очень быстро, прочерчивая экран строками слева направо и сверху вниз по траектории, которая получила наименование *растр*. Период сканирования по горизонтали определяется скоростью перемещения луча поперек экрана.

В процессе *развертки* (перемещения по экрану) луч воздействует на те элементарные участки люминофорного покрытия экрана, в которых должно появиться изображение. Интенсивность луча постоянно меняется, в результате чего изменяется яркость свечения соответствующих участков экрана. Поскольку свечение исчезает очень быстро, электронный луч должен вновь и вновь пробегать по экрану, возобновляя его. Этот процесс называется *возобновлением* (или *регенерацией*) изображения.

В большинстве мониторов *частота регенерации*, которую также называют *частотой вертикальной развертки*, в большинстве режимов приблизительно равна 70 Гц, т.е. изображение на экране обновляется 70 раз в секунду. Снижение частоты регенерации приводит к мельканию изображения, которое очень утомляет глаза. Следовательно, чем выше частота регенерации, тем лучше пользователю.

Очень важно, чтобы частота регенерации, которую может обеспечить монитор, соответствовала частоте, на которую настроена видеоплата. Если такого соответствия нет, изображение на экране вообще не появится, а монитор может выйти из строя.

В одних мониторах установлена фиксированная частота развертки. В других поддерживаются разные частоты в некотором диапазоне (такие мониторы называются *многочастотными* (*multiple-frequency monitor*)). Большинство современных мониторов является именно многочастотными, т.е. могут работать с разными стандартами видеосигнала, которые получили довольно широкое распространение. Фирмы-производители для обозначения мониторов такого типа используют различные термины — синхронизируемые (multisync), многочастотные (multifrequency), многорежимные (multiscan), автосинхронизирующиеся (autosynchronous) и с автонастройкой (autotracking).

Экраны мониторов могут быть двух типов — выпуклые и плоские. Экран типичного дисплея — выпуклый. Такая конструкция характерна для большинства ЭЛТ (в том числе и телевизионных кинескопов).

Обычно экран искривлен как по вертикали, так и по горизонтали. В некоторых моделях используется конструкция *Trinitron*, в которой поверхность экрана имеет небольшую кривизну только в *горизонтальном* сечении. Кривизна вертикального сечения экрана равна нулю. На таком экране возникает *гораздо* меньше бликов и улучшается качество изображения. Недостаток этой конструкции — высокая себестоимость производства, а следовательно, и более высокая цена.

Жидкокристаллические дисплеи. Существуют, однако, и альтернативные конструкции средств отображения, основанные на других физических явлениях. Позаимствовав технологию у изготовителей плоских индикационных панелей, некоторые компании разработали *жидкокристаллические* (ЖК) дисплеи, называемые также *LCD-дисплеями* (*Liquid-Crystal Display*). У ЖК-дисплея — безбликовый плоский экран и низкая потребляемая мощность (некоторые модели таких дисплеев потребляют 5 Вт, в то время как ЭЛТ-мониторы — порядка 100 Вт). По качеству цветопередачи ЖК-панели с *активной матрицей* в настоящее время превосходят большинство моделей ЭЛТ-мониторов. Однако разрешающая способность ЖК-экранов, как правило, более низкая, чем у типичных ЭЛТ, и стоят устройства намного дороже. Существует три разновидности ЖК-дисплеев: монохромный с пассивной матрицей, цветной с пассивной матрицей и цветной с активной матрицей. Конструкции с пассивной матрицей могут иметь одну и две стандартные развертки.

В ЖК-индикаторе поляризационный светофильтр создает две раздельные световые волны. Поляризационный светофильтр пропускает только ту световую волну, у которой плоскость поляризации параллельна его оси. Располагая в ЖК-индикаторе второй светофильтр так, чтобы его ось была перпендикулярна оси первого, можно полностью предотвратить прохождение света (экран будет темным). Вращая ось поляризации второго фильтра, т.е. изменяя угол между осями светофильтров, можно изменить количество пропускаемой световой энергии, а значит, и яркость экрана. В цветном ЖК-индикаторе есть еще один дополнительный светофильтр, который имеет три ячейки на каждый пиксель изображения — по одной для отображения красной, зеленой и синей точек.

Световая волна проходит через жидкокристаллическую ячейку, причем каждый цвет имеет свою ячейку. Жидкие кристаллы представляют собой стержнеобразные молекулы, которые могут течь, как жидкость. Это вещество свободно пропускает свет, плоскость поляризации которого параллельна оптической оси, но под воздействием электрического заряда молекулы изменяют свою ориентацию. Одновременно меняется ориентация плоскости поляризации проходящей через нее световой волны. Хотя в монохромном ЖК-индикаторе нет цветофильтров, в нем на один элемент разложения приходится несколько ЖК-ячеек для передачи градаций серого цвета.

В ЖК-индикаторах с пассивной матрицей яркостью каждой ячейки управляет электрический заряд (точнее — напряжение), который протекает через транзисторы, номера которых равны номерам строки и столбца данной ячейки в матрице экрана. Количество транзисторов (по строкам и столбцам) и определяет разрешение экрана. Например, экран с разрешением 800×600 содержит 800 транзисторов в горизонтальном ряду и 600 — в вертикальном, т.е. всего 1 400 транзисторов. Ячейка реагирует на поступающий импульс напряжения таким образом, что поворачивается плоскость поляризации проходящей световой волны, причем угол поворота тем больше, чем выше напряжение. Полная переориентация всех кристаллов ячейки соответствует, например, состоянию *включено* и определяет максимальный контраст изображения — разницу яркости по отношению к соседней ячейке, которая находится в состоянии *выключено*. Таким образом, чем больше перепад в ориентации плоскостей поляризации соседних ячеек, тем выше контраст изображения.

На ячейки ЖК-экрана с пассивной матрицей подается пульсирующее напряжение, поэтому они уступают по яркости изображения ЖК-экранам с активной матрицей, в каждую ячейку которых подается постоянное напряжение. Для повышения яркости изображения в некоторых конструкциях используется метод управления, получивший наименование *двойное сканирование*, а соответствующие приборы — *ЖК-экраны с двойным сканированием (double-scan LCD)*. Экран разбивается на две половины (верхнюю и нижнюю), которые работают независимо, что приводит к сокращению интервала между импульсами, поступающими на ячейку. Двойное сканирование не только повышает яркость изображения, но и уменьшает время реакции экрана, поскольку уменьшает время создания нового изображения. В резуль-

тате ЖК-экраны с двойным сканированием более подходят для создания быстро изменяющихся изображений, например телевизионных.

В ЖК-экранах с активной матрицей каждая ячейка управляется своим транзисторным ключом. Например, дисплей с активной матрицей 800×600 содержит 480 000 транзисторов. Это обеспечивает более высокую яркость изображения, чем в ЖК-экранах с пассивной матрицей, поскольку каждая ячейка оказывается под воздействием постоянного, а не импульсного электрического поля. При этом, естественно, активная матрица потребляет больше энергии. Кроме того, наличие отдельного транзисторного ключа для каждой ячейки усложняет производство таких приборов и делает их более дорогостоящими.

Замечание

В жидкокристаллическом дисплее установлено определенное количество транзисторов, и поэтому дисплеи этого типа не работают на нескольких частотах. Все пиксели на экране ЖКД имеют фиксированный размер, хотя размер пикселей в ЭЛТ может изменяться. Таким образом, жидкокристаллические дисплеи разработаны так, что имеют определенную фиксированную разрешающую способность. Перед покупкой дисплея этого типа, убедитесь, что ваш видеоадаптер поддерживает ту же самую разрешающую способность, что и экран, и что разрешающая способность будет достаточна для ваших потребностей на протяжении всего срока службы монитора.

В ЖК-экранах как с активной, так и с пассивной матрицами, второй поляризационный светофильтр управляет количеством света, проходящим через ячейку. Ячейки поворачивают плоскость поляризации световой волны таким образом, чтобы она находилась как можно ближе к плоскости поляризации, пропускаемой светофильтром. Чем больше света проходит через светофильтр в каждой ячейке, тем ярче пиксель.

В монохромных (черно-белых) ЖК-экранах градации серого цвета (вплоть до 64) создаются за счет изменения либо яркости ячейки, либо соотношения между количеством *включенных* и *выключенных* ячеек, соответствующих одному пикселю. В цветных ЖК-экранах, в свою очередь, на один пиксель приходится три ячейки, и, управляя их яркостью, можно добиться различного цвета изображения на экране. В настоящее время наибольшую популярность завоевали ЖК-экраны с пассивной матрицей и двойным сканированием, поскольку по качеству изображения они приблизились к экранам с активной матрицей, а стоят не намного дороже, чем обычные ЖК-экраны с пассивной матрицей.

Серьезной проблемой, возникающей при производстве экранов с активной матрицей, является высокий процент отбраковки при выходном контроле, что делает их значительно дороже. Это означает, что в панелях обнаруживается слишком много неработающих ячеек (в основном из-за неисправных транзисторов). Стоимость отбракованной продукции входит в стоимость качественной, что естественно, повышает ее цену.

Лучшие цветные дисплеи — активноматричные, или тонкопленочные транзисторные (TFT), в которых каждый пиксель управляется тремя транзисторами (для красного, зеленого и синего цвета). Яркость изображений на активноматричных дисплеях намного превосходит яркость изображений на пассивных дисплеях, и потому изображения на них легко видны под углом.

Газоразрядные (плазменные) дисплеи. В старых портативных компьютерах фирмы Toshiba применялась плазменная технология. Некоторые компании применяют плазменную технологию для экранов настольных компьютеров и повышения четкости телевизионного изображения.

Монохромный или цветной?

В первые годы после появления IBM PC и совместимых с ним ПК существовало только два монитора — цветной с адаптером CGA и монохромный с адаптером MDA. На современном рынке представлено много других моделей мониторов и видеоадаптеров.

Изображение на монохромных мониторах — одноцветное. Самым распространенным цветом является янтарно-желтый, затем следуют белый и зеленый. Цвет изображения определяется сортом люминофора, используемого для покрытия экрана ЭЛТ. Некоторые мониторы с люминофором, который отображается белым цветом, могут воспроизводить много градаций серого.

По сравнению с цветными, монохромные мониторы дешевле (как правило, наполовину). Такой монитор вполне подходит для работы с текстовой информацией в текстовых редакторах, системах управления базами данных и т.п. Однако монохромные мониторы не очень удобны для работы в Windows, поскольку эта система разработана таким образом, чтобы извлечь все преимущества от использования цвета. Если уж речь зашла о стоимости, то нелишне отметить, что цена специализированных монохромных мониторов (высокого разрешения) для настольных издательских систем и систем автоматизации проектирования на несколько сотен долларов выше цены обычных цветных мониторов массового применения.

В цветных мониторах используются более сложные методы формирования изображения, чем в обычных монохромных, что и объясняет более высокую цену. В то время как в монохромной ЭЛТ содержится одна электронная пушка, в цветной трубке их три, причем они образуют треугольник (такое расположение электронных пушек иногда называют *дельтаобразным*). Если экран монохромной ЭЛТ покрыт люминофором одного цвета свечения (янтарно-желтого, белого или зеленого), то экран цветного состоит из люминофорных триад (пятен люминофоров с красным, зеленым и синим свечением), причем форма расположения пятен в триаде соответствует форме расположения электронных пушек в горловине трубки. Комбинируя этих три основных цвета, можно получить любой цвет.

Размер экрана

Размеры экранов мониторов могут колебаться от 9 дюймов (23 см) до 42 дюймов (106 см) по диагонали. Чем больше размер экрана, тем дороже монитор. Самыми распространенными являются мониторы с экранами, у которых длина диагонали равна 14 дюймов, 15 дюймов, 17 дюймов или 21 дюйм. К сожалению, указанные размеры соответствуют не действительному размеру активной области экрана, а длине диагонали ЭЛТ. И для сравнения, например, 15-дюймовых мониторов, изготовленных разными фирмами, необходимо измерить *активные* области их экранов. Эти размеры варьируются от модели к модели, так что 17-дюймовый монитор одной фирмы может давать изображение размером 15 дюймов по диагонали, а монитор другой — 15,5 дюймов.

В следующей таблице приведены паспортные значения размера ЭЛТ самых распространенных мониторов и соответствующие им размеры изображения (видимой области экрана).

Размер экрана ЭЛТ, дюймы	Размер изображения, дюймы
12	10,5
14	12,5
15	13,5
16	14,5
17	15,5
18	16,5
19	17,5
20	18,5
21	19,5

Хотя размеры видимой области от модели к модели варьируются, приведенные цифры дают достаточно полное представление о большинстве мониторов. Размер видимой области представляет собой размер по диагонали той части экрана ЭЛТ, которая подсвечивается электронным лучом. Другими словами, если вы работаете с Windows, то видимая область — это область, занимаемая главным окном (область рабочего стола).

В большинстве случаев оптимальными для работы являются 15- или 17-дюймовые мониторы. Для новых систем рекомендуется использовать 17-дюймовые мониторы, для систем широкого применения — 15-дюймовые, а для высококлассных систем — 19–21-дюймовые мониторы.

Мониторы большего размера рекомендуется использовать для работы с такими приложениями, как, например, настольные издательские системы, где особенно важно видеть мельчайшие детали изображения. На более крупном экране монитора (17-дюймовом или больше) можно отобразить страницу формата A4 в натуральную величину, другими словами, увидеть страницу точно в таком виде, в каком она будет отпечатана. Это свойство получило название *WYSIWYG* (What You See Is What You Get — что видишь, то и получишь). Возможность увидеть страницу в натуральную величину избавляет пользователя от необходимости делать пробные распечатки.

Замечание

Хотя во многих мониторах с диагональю, меньшей 17 дюймов, допускается разрешение 1 024×768 и даже выше, большинство пользователей испытывают трудности при чтении документов, выведенных в этом режиме.

Разрешающая способность

Разрешающая способность, или *разрешение*, монитора — это размер минимальной детали изображения, которую можно различить на экране монитора. Данный параметр характеризуется количеством элементов разложения — *пикселей (pixel)* — по горизонтали и вертикали экрана. Чем больше количество пикселей, тем более детальное изображение формируется на экране. Необходимое разрешение в значительной степени зависит от конкретного приложения. Символьные приложения (например, текстовый редактор) требуют невысокого разрешения, в то время как приложения с большим объемом графики (например, настольная издательская система или программы, работающие под Windows) нуждаются в более детальных изображениях.

Видеоадаптеры ПК поддерживают несколько стандартных разрешений, приведенных ниже в таблице вместе с соответствующими общепринятыми наименованиями режимов.

Разрешение, пиксели	Наименование режима	Разрешение, пиксели	Наименование режима
640×480	VGA (Video Graphics Array)	1024×768	XGA (eXtended Graphics Array)
800×600	SVGA (Super VGA)	1280×1024	UVGA (Ultra VGA)

Шаг точки (размер пикселя)

В монохромном мониторе разрешение соответствует размеру зерна люминофора, а в цветном — как минимум, одной триаде разноцветных пятен. Это различие приводит к тому, что для цветных мониторов вводится еще один параметр, называемый *расстоянием между точками*[1] *(dot pitch)* или *зернистостью*, который равен расстоянию между соседними триадами в миллиметрах. Экраны, характеризуемые меньшим значением зернистости, имеют бо-

[1] Часто называется также шагом (размером) точки, или величиной пикселя. — *Прим. ред.*

лее тесно расположенные триады пятен люминофора, и поэтому могут формировать более четкое изображение. И наоборот, экраны с большим значением зернистости формируют менее четкое изображение.

Оригинальный цветной монитор IBM PC имел зернистость 0,43 мм — значение, которое теперь не соответствует практически ни одному стандарту. Представленные на рынке современные мониторы имеют зернистость 0,25 мм и меньше. Я бы не рекомендовал приобретать мониторы с зернистостью больше чем 0,28 мм. Если вы хотите сэкономить средства, то лучше приобретите монитор с меньшим экраном и меньшей зернистостью.

Режимы развертки

Мониторы и видеоадаптеры могут поддерживать два режима развертки — *чересстрочный*[1] *(interlaced)* и *построчный (noninterlaced)*. Построчный режим используется в большинстве систем отображения. В этом режиме электронный луч сканирует экран построчно сверху вниз, формируя изображение за один проход. В чересстрочном режиме луч также сканирует экран сверху вниз, но за два прохода: сначала нечетные строки, а затем — четные. Каждый проход при чересстрочной развертке занимает половину времени формирования полного кадра при построчной развертке. Таким образом, на полную регенерацию изображения в обоих режимах уходит одно и то же время.

Мониторы с чересстрочной разверткой могут работать с меньшей частотой регенерации (частотой кадров), что снижает их стоимость. Ограничение возможностей этой развертки связано со способностью глаза "размазывать" две соседние, выведенные в текущем полукадре строки (например, четные) на зазор между ними (в нашем случае — на нечетную строку, по которой луч пробежит в следующем полукадре). Если вы хотите работать с изображениями высокой четкости, приобретите видеоадаптер и монитор, которые поддерживают построчный режим развертки с высоким разрешением.

Внимание

Существует мнение, что у некоторых людей мониторы с низкой частотой регенерации при работе в чересстрочном режиме могут вызвать нежелательные расстройства.

Энергопотребление и безопасность

Правильно выбранный монитор может быть экономичным в смысле потребления электроэнергии. Многие фирмы-производители стремятся к тому, чтобы их продукция соответствовала требованиям стандарта *Energy Star,* предложенного агентством по охране окружающей среды EPA (Environmental Protection Agency). Любые компьютер и монитор, потребляющие при совместной работе во время простоя менее 60 Вт (по 30 Вт каждый), получают право на маркировку знаком *Energy Star.* Некоторые исследования показывают, что при использовании таких "зеленых" ПК можно ежегодно экономить до 70 долларов[2] только на оплате электроэнергии.

Самым известным из стандартов является *DPMS (Display Power-Management Signaling — сигналы управления питанием монитора)* ассоциации VESA, который определяет состав сигналов, передаваемых компьютером в монитор, когда ПК простаивает и находится в режиме пониженного потребления энергии.

Приобретя монитор, соответствующий стандарту DPMS, вы безо всякой модификации системы будете пользоваться преимуществами, которые появляются в результате снижения потребляемой от сети питания мощности. Если у вас нет видеоадаптера, совместимого с

---

[1] Иногда называется режимом с чередованием, или интерливингом. — *Прим. ред.*

[2] В США 1 квт.-ч. электроэнергии стоит в среднем около 11 центов. — *Прим. ред.*

DPMS, не расстраивайтесь; некоторые модели адаптеров могут быть перенастроены на этот режим с помощью программных утилит (как правило, бесплатных). Некоторые энергосберегающие модели мониторов комплектуются программами, работающими практически с любым видеоадаптером при формировании сигналов, специфицированных DPMS.

Ниже перечислены режимы, предусмотренные стандартом DPMS.

- *On* (включено). Это полноценное рабочее состояние дисплея.
- *Stand-By*. Когда часть электроники монитора отключена, энергопотребление значительно снижено, но возвращение в рабочее состояние происходит быстро.
- *Suspend*. Дисплей практически полностью выключен и энергопотребление снижено почти до минимума, но возвращение в рабочее состояние осуществляется дольше, чем из режима Stand-By.
- *Off* (выключено). В этом состоянии дисплей выключен и не потребляет энергии. Чтобы вернуть его в рабочее состояние пользователь должен нажать на копку включения.

Формальное описание режимов DPMS представлено в табл. 8.1.

Таблица 8.1. Режимы DPMS

Режим	Сигнал горизонтальной развертки	Сигнал вертикальной развертки	Экран	Энерго-сбережение	Время „просыпания"
On	Есть	Есть	Активный	Отсутствует	
Stand-By	Нет	Есть	Погасший	Минимальное	Быстро
Suspend	Есть	Нет	Погасший	Значительное	Долго
Off	Нет	Нет	Погасший	Максимальное	Зависит от системы

Уровень электромагнитных излучений. Другая тенденция в разработке "зеленых" мониторов связана со снижением уровня электромагнитных полей, потенциально вредных для пользователя. Медицинские исследования показали, что такое электромагнитное излучение может быть причиной нарушения нормального цикла беременности, появления дефектов у новорожденных детей и даже рака. При непродолжительном "общении" с монитором риск, может быть, невелик, но, если вы проводите треть суток (или более) за экраном монитора, он возрастает.

Причина беспокойства заключается в том, что излучения в области очень низких (ОНЧ) и сверхнизких (СНЧ) частот могут влиять на организм человека. Некоторые исследования показали, что СНЧ-излучение даже более опасно, чем ОНЧ, поскольку этот частотный диапазон совпадает с диапазоном естественной электрической активности биологических клеток. Мониторы, правда, не являются единственным источником такого излучения — еще более мощное излучение генерируется электронагревателями, да и вообще любой электросетью.

Замечание

Излучения СНЧ и ОНЧ являются электромагнитными переменными полями с частотой, которая значительно ниже частот, используемых для радиосвязи.

Нормы на излучение мониторов в указанных диапазонах частот установлены новым стандартом *SWEDAC*, названным по имени шведского ведомства стандартизации. В последнее время в правительственных учреждениях и частных фирмах многих европейских стран, как правило, устанавливаются мониторы с низким уровнем излучения. Шведский государст-

венный стандарт MPR I, введенный в 1987 году, допускал определенные "вольности". Стандарт MPR II 1990 года стал значительно жестче (в нем установлены предельные нормы излучения в диапазонах ОНЧ и СНЧ), и большинство современных мониторов, аттестованных как мониторы с пониженным уровнем излучения (LR — low-radiation), соответствуют его требованиям.

Стандарт TCO, принятый в 1992 году, устанавливает еще более жесткие требования, чем MPR II. В него включены нормы, связанные с охраной окружающей среды и касающиеся, в частности, энергосбережения и снижения уровня всех видов излучения.

Мониторы с пониженным уровнем излучения, аттестованные как LR-мониторы, стоят несколько дороже обычных (разница составляет от 20 до 100 долларов). Покупая монитор, вы должны не только поинтересоваться, аттестован ли он как LR, но и о том, защита от каких видов излучения предусмотрена в его конструкции. Изложенная выше информация о трех стандартах, устанавливающих нормы электромагнитного излучения, поможет вам в этом.

Если вы работаете с обычным монитором, не аттестованным как LR, то помните о некоторых мерах предосторожности. Самое важное: расстояние между вашим экраном и вами должно быть не меньше 70 см! Отодвинувшись от монитора, вы снизите уровень вредного СНЧ-излучения до значений, сравнимых с воздействием обычных люминесцентных светильников. Кроме того, наиболее слабым является излучение именно *перед* экраном, поэтому устраивайте свое рабочее место не ближе чем в метре от монитора коллеги. Не забывайте также о копировальных аппаратах, от которых следует располагаться не ближе, чем в полутора метрах.

Электромагнитное излучение — не единственная причина для беспокойства. Обратите внимание и на блики на экране. Приобретя специальные антибликовые экраны, вы не только снизите утомляемость глаз, но и значительно уменьшите уровень излучения в СНЧ- и ОНЧ-диапазонах.

Рекомендации по выбору монитора

Стоимость монитора может превышать половину стоимости всего компьютера. На что же следует обращать внимание при его выборе?

Частоты. Главное — монитор должен соответствовать выбранной видеоплате. Можно сэкономить, купив монитор, работающий в таком же режиме (с фиксированной частотой развертки), что и видеоадаптер (например, VGA-монитор и VGA-адаптер). Если вы хотите иметь систему, которую в будущем можно модернизировать, приобретите многочастотный монитор (multisync): он будет работать в разных режимах, включая и те, которые еще не специфицированы.

Имея такой монитор, вы сможете "вписаться" в довольно широкий диапазон частот строчной и кадровой разверток, поскольку синхронизация устанавливается видеоадаптером. Чем шире диапазон возможных частот развертки, тем монитор дороже (и универсальнее). Частоты разверток по вертикали и горизонтали, определяемые режимом работы видеоадаптера, должны попадать в диапазон, поддерживаемый электроникой монитора. *Частота развертки по вертикали* (или *частота регенерации*) определяет стабильность изображения. Чем она выше, тем лучше. Типичные значения этой частоты находятся в диапазоне от 50 до 160 Гц. *Частота развертки по горизонтали* (или частота строк) колеблется от 31,5 до 90 кГц и выше.

Для того чтобы частота развертки по горизонтали была ниже, в некоторых видеоадаптерах используется режим *interlaced*, при котором по очереди отображаются две половины полной картинки (четные и нечетные строки). В большинстве мониторов это порождает заметное мелькание изображения. Так было до тех пор, пока не был синтезирован люминофор с большим временем послесвечения. Поэтому, по возможности, следует избегать работы в режиме *interlaced*. В ранних моделях видеоадаптеров и мониторов этот режим использовался как наиболее экономичный способ повышения разрешающей способности. Например, оригинальные видеоадаптер и монитор IBM XGA при разрешении 1024×768 использовали частоту

развертки по вертикали, равную 43,5 Гц (у других адаптеров и мониторов при таком же разрешении использовалась частота 60 Гц и выше).

Частота развертки по вертикали не должна быть ниже 60 Гц, хотя даже при такой частоте можно заметить мелькание. Пониженная частота вызывает утомляемость глаз, особенно при больших размерах экрана. Если вы можете себе позволить приобрести монитор с частотой регенерации 72 Гц и выше, то вы (или гости) не будете видеть никакого мелькания. Современные мониторы спокойно работают при частоте вертикальной регенерации 75 Гц и выше, что значительно снижает утомляемость при длительной работе. Однако повышение частоты регенерации немного снижает ресурс работы монитора, поскольку каждая картинка должна выводиться на экран чаще. Я рекомендую не устанавливать частоту регенерации выше той, при которой вы не испытываете дискомфорта.

При покупке VGA-монитора убедитесь, что его частота развертки по горизонтали не ниже 31,5 кГц (это минимум, необходимый видеоадаптеру для формирования растра 640×480 пикселей). В специфицированном VESA режиме Super VGA (SVGA — разрешение 800×600 пикселей) частота развертки по вертикали должна равняться 72 Гц, а по горизонтали — не меньше 48 кГц. Для получения более четкого изображения (разрешение 1024×768 пикселей) частота развертки по вертикали должна достигать 60 Гц, а по горизонтали — 58 кГц. При повышении частоты регенерации до 72 Гц частота строк должна быть увеличена пропорционально. Для получения сверхчеткого изображения нужно искать монитор с частотой развертки по вертикали не меньше 75 Гц, а по горизонтали — не меньше 90 кГц.

Почти все современные аналоговые мониторы являются многочастотными с внешней синхронизацией. Поскольку сотнями фирм производятся тысячи моделей мониторов, невозможно детально рассмотреть технические характеристики каждого из них. Однако, прежде чем выкладывать денежки за монитор, внимательно изучите его технические характеристики и убедитесь, что это действительно то, что вы хотите приобрести. Для начала почитайте какой-нибудь из компьютерных журналов, которые периодически публикуют обзоры по мониторам. Если вы не хотите ждать очередного обзора, поищите необходимую информацию на Web-страницах, подготовленных фирмами IBM, Sony, Mitsubishi, Viewsonic, NEC.

Каждая из этих фирм выпускает мониторы, которые во многом являются эталоном для сравнения с продукцией других производителей. Хотя, как правило, они стоят дороже, но вы получите аппаратуру высокого качества, гарантированное сервисное обслуживание и консультации.

Шаг точки. Это расстояние (обычно измеряемое по диагонали[1]) между элементами одного цвета двух соседних триад. Чем оно меньше, тем четче будет изображение. В большинстве мониторов значение шага точки находится в пределах от 0,25 мм до 0,30 мм. Однако следует избегать мониторов со значениями этого параметра, большими чем 0,28 мм. На таких мониторах нельзя увидеть четких изображений.

Поэтому самое пристальное внимание обратите на шаг точки экрана монитора: чем она меньше, тем четче изображение. Если вы не хотите иметь дело с зернистым изображением, выбирайте монитор со значением этого параметра, равным 0,28 мм и меньше. Более четкое изображение имеют мониторы с зернистостью 0,26 мм или меньше. Мониторы, имеющие большую зернистость, — предмет вашей головной боли в будущем: при выводе графики и мелкого текста они не обеспечат приемлемой четкости картинки.

Кривизна и размер экрана. Экраны большинства недорогих мониторов выпуклые. Мониторы с плоскими экранами выглядят привлекательнее, но стоят они несколько дороже. Как правило, чем меньше кривизна экрана, тем меньше на нем бликов.

---

[1] Вообще говоря, более точно было бы характеризовать мониторы, по крайней мере, двумя параметрами: шагом (размером) точки по горизонтали и шагом (размером) точки по вертикали. — *Прим. ред.*

Какое разрешение вам потребуется? При работе с изображением, разрешающая способность которого, например, равна 640×480 пикселей, приемлемое качество можно получить на 14-дюймовом экране. Многие пользователи считают, что работать с изображением с разрешением 1 024×768 на 15-дюймовом мониторе нельзя; для такого разрешения больше подходит 17-дюймовый монитор. Чем больше размер экрана, тем лучше.

Ниже приведены минимальные размеры экрана, рекомендуемые для самых распространенных форматов изображения.

Разрешение, пиксели	Размер монитора, дюймы	Разрешение, пиксели	Размер монитора, дюймы
640×480	13	1024×768	17
800×600	15	1280×1024	21

Напомним, что размер экрана — это паспортное значение диагонали ЭЛТ монитора. Большинство 15-дюймовых мониторов может выводить изображение с разрешением 1024×768 пикселей, но символы, пиктограммы и вся картинка будут меньше. Если вы планируете долго работать с *мелкими* изображениями с разрешением 1024×768 пикселей, приобретите 17-дюймовый монитор.

Исключение из этого правила может быть сделано для панелей отображения портативных компьютеров. В них используются ЖК-экраны, которые по своей физической природе гарантируют абсолютную четкость и стабильность изображения. Кроме того, размер экрана, оговоренный в паспорте, — это действительный размер изображения. Так что ЖК-панель размером 12,1 дюйма (распространенная панель для портативных систем) на самом деле формирует изображение размером 12,1 дюйма по диагонали. Это значение сравнимо с тем, которое дает обычный 14-дюймовый монитор на ЭЛТ. Помимо всего прочего, ЖК-панель обеспечивает такую четкость, которая позволяет работать с более высокими разрешениями, чем на ЭЛТ сравнимых размеров. Например, во многих высококачественных портативных системах используется ЖК-панель размером 12,1 дюйма, которая обеспечивает разрешение 1024×768 пикселей. Картинка в таком формате прекрасно смотрится на 12-дюймовом ЖК-экране, в то время как на 14-дюймовой ЭЛТ качество ее оставляет желать лучшего.

Управление монитором. Выбирайте монитор, который позволяет задавать различные параметры изображения, и обратите внимание на то, чтобы органы управления были легко доступными. Не ограничивайтесь только стандартной настройкой контрастности и яркости — в некоторых моделях возможна также регулировка размера изображения по горизонтали и вертикали. В конструкции монитора должна быть предусмотрена возможность поворота собственно блока ЭЛТ в двух плоскостях для выбора наиболее удобного положения.

В большинстве новейших мониторов используется не аналоговое управление, а цифровое (имеются в виду не сигналы, поступающие от видеоадаптера, а управление настройкой с передней панели). В мониторе с цифровым управлением обычно есть встроенное меню настройки яркости, контрастности, размера изображения, смещения по горизонтали и вертикали и даже меню фокусировки. Меню вызывается на экран с помощью специальной кнопки, после чего в нем можно выбрать режим настройки (яркость, контрастность и т.д.) и изменить значения установленных параметров. В некоторых моделях на корпусе монитора предусмотрена отдельная кнопка для каждого из режимов настройки. По завершении этой процедуры значения параметров сохраняются в энергонезависимой памяти монитора так, что для этого не требуется никакого питания, даже от батареек, но в любой момент (естественно, когда монитор включен) они могут быть изменены. Цифровое управление является переходом на новый уровень технологии отображения, поэтому, если у вас есть выбор, приобретите монитор именно такой конструкции.

Условия эксплуатации монитора. Прежде чем покупать монитор с большим экраном (16 дюймов и больше), подумайте, достаточно ли для него места на вашем рабочем столе. Обычно 16-дюймовый монитор имеет глубину около полутора футов (50 см), а 20-дюймовый занимает около двух квадратных футов (0,2 $м^2$) площади поверхности стола. Глубина обычного 14-дюймового монитора составляет 40–45 см.

Тестирование. Монитор — это настолько важный элемент системы, что мало знать только его основные технические параметры. Если зернистость монитора равна 0,28 мм, это совсем не означает, что он — идеальное решение. Постарайтесь проверить его еще в магазине. Чтобы протестировать монитор, выполните следующее.

- С помощью какой-нибудь графической программы нарисуйте окружность. Если в результате получится овал, а не правильная окружность, значит, монитор сослужит вам плохую службу при работе с графическими или конструкторскими приложениями.
- Наберите небольшой текст шрифтом 8–10 пунктов (1 пункт (point) равен 1/72 дюйма). Если буквы на экране расплывчатые или вокруг черных символов возникает цветной ореол, такой монитор вам не подходит, выбирайте другой.
- Попробуйте увеличивать и уменьшать яркость и следите за изображением в углах. Если изображение изменяет цвет или растягивается/сжимается, то, скорее всего, при изменении яркости нарушается фокусировка.
- Загрузите Microsoft Windows и проверьте равномерность фокусировки по всему экрану. Сохраняется ли четкость мелких деталей изображения, например пиктограмм? Не становятся ли волнообразными или искривленными прямые линии в области заголовка окна? Мониторы всегда имеют лучшую фокусировку в центре экрана, а значительные искажения в углах свидетельствуют о плохом качестве (причем не отдельного экземпляра, а данной модели мониторов). Искажение формы линии может быть результатом плохой работы видеоадаптера, так что не пренебрегайте возможностью испытать этот монитор с другой видеоплатой.
- Хороший монитор всегда настраивается таким образом, чтобы лучи от красной, зеленой и синей электронных пушек точно попадали на свои пятна люминофора по всей активной области экрана. Если этого не происходит, значит, у вашего монитора плохое *сведение лучей,* т.е. по краям экрана линии, выводимые как одноцветные, имеют ореол из других цветов. Если же сведение обеспечено по всему экрану, заданные цвета будут чистыми (без примесей), четкими (без ореолов по краям) и именно такими, которые указаны в программе тестирования. Это произойдет, если электронные лучи нигде не задевают пятен другого цвета.

Видеоплаты

Видеоплата формирует сигналы управления монитором. С появлением в 1987 году компьютеров семейства PS/2 фирма IBM ввела новые стандарты на видеосистемы, которые практически сразу же вытеснили старые. Большинство видеоадаптеров поддерживает, по крайней мере, один из следующих стандартов:

- MDA (Monochrome Display Adapter);
- CGA (Color Graphics Adapter);
- EGA (Enhanced Graphics Adapter);
- VGA (Video Graphics Array);
- SVGA (Super VGA);
- XGA (eXtended Graphics Array).

Все программы, предназначенные для IBM-совместимых компьютеров, рассчитаны на эти стандарты. Например, в пределах стандарта Super VGA (SVGA) разные производители предлагают разные форматы изображения, но формат 1024×768 является стандартным для приложений, работающих с насыщенными изображениями.

Устаревшие видеоадаптеры

Хотя многие системы отображения не противоречат стандартам, далеко не все из них соответствуют действительным стандартам на современную аппаратуру и программное обеспечение. Например, стандарт CGA никто не отменял, но он совершенно не совместим с современными программами, позволяющими выводить сложную графику. Оболочка Microsoft Windows 3.1 фактически не может работать ни на одном ПК, у которого разрешение ниже, чем предусмотрено стандартом EGA. Windows 95 и Windows NT требуют использования адаптера VGA, как минимум. В нескольких последующих разделах речь пойдет о типах видеоадаптеров, которые уже можно считать реликтами компьютерной эры — для нынешнего рынка программ они не годятся.

Монохромный адаптер MDA. Первым и простейшим видеоадаптером был монохромный адаптер, соответствующий спецификации MDA (Monochrome Display Adapter). На его плате, кроме собственно устройства управления дисплеем, размещалось еще и устройство управления принтером. Видеоадаптер MDA обеспечивал только отображение текста (символов) при разрешении по горизонтали 720 пикселей, по вертикали — 350 пикселей (720×350). Это была система, ориентированная на вывод символов; она не могла выводить произвольные графические картинки. В первых компьютерах дисплей вообще был дополнительной принадлежностью, которая приобреталась за отдельную плату (уж слишком дорого он стоил). В качестве премии покупатель видеоадаптера получал еще и размещенную на этой же плате схему связи с принтером.

Дисплей был широко известен четкостью изображения и высоким разрешением и был идеальным для деловых приложений, работающих в среде DOS (программ обработки текстов и электронных таблиц).

На рис. 8.1 показаны внешний вид и разводка выходного кабеля видеоадаптера MDA.

Поскольку MDA-дисплей — символьный, он не может быть использован для выполнения графических программ. Если поначалу этот недостаток огорчал только любителей компьютерных игр, то сейчас, когда практически во всех программах используются графика и цвет, применять его не имеет смысла. И тем не менее, символы монохромный дисплей IBM выводил прекрасно — для каждого символа использовалась матрица размером 9×14 пикселей.

В табл. 8.2 приведены параметры единственного режима работы видеоадаптера MDA.

Таблица 8.2. Параметры режима отображения монохромного адаптера (MDA)

Разрешение	**720×350 пикселей**
Количество цветов	4*
Режим вывода	Текстовый
Код режима в BIOS	07h
Формат текста на экране	80×25 знакомест
Формат матрицы символа	9×14 пикселей
Частота кадров	50 Гц
Частота строк	18,432 кГц

** Различные коды цвета соответствуют различным режимам вывода монохромного изображения: обычная яркость, повышенная яркость, инверсный и мигающий.*

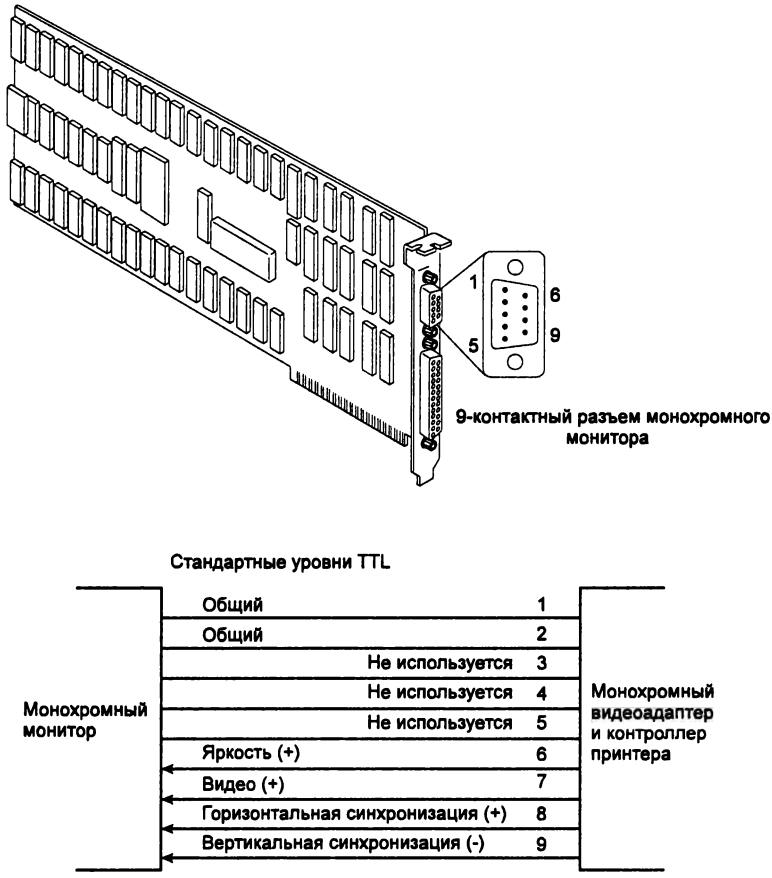


Рис. 8.1. Разводка разъема видеоадаптера MDA

Через какое-то время после появления MDA фирма Hercules разработала видеоплату HGC (Hercules Graphics Card), которая позволяла формировать еще более четкие символы и выводить несложные графики, например столбчатые диаграммы.

Цветной графический адаптер CGA. Многие годы цветной графический адаптер CGA (Color Graphics Adapter) был самым распространенным видеоадаптером, хотя сейчас его возможности очень далеки от совершенства. Этот адаптер имел две основные группы режимов работы — *алфавитно-цифровые*, или *символьные* (*alphanumeric — A/N*), и *графические с адресацией всех точек* (*all point addressable — ADA*). Символьных режимов два: 25 строк по 40 символов в каждой и 25 строк по 80 символов (оба оперируют шестнадцатью цветами). И в графических, и в символьных режимах для формирования символов используются матрицы размером 8×8 пикселей. Графических режимов также два: цветной со средним разрешением (320×200 пикселей, 4 цвета в одной палитре из 16 возможных) и черно-белый с высоким разрешением (640×200 пикселей).

На рис. 8.2 и 8.3 показаны внешний вид и разводка разъемов видеоадаптера CGA.

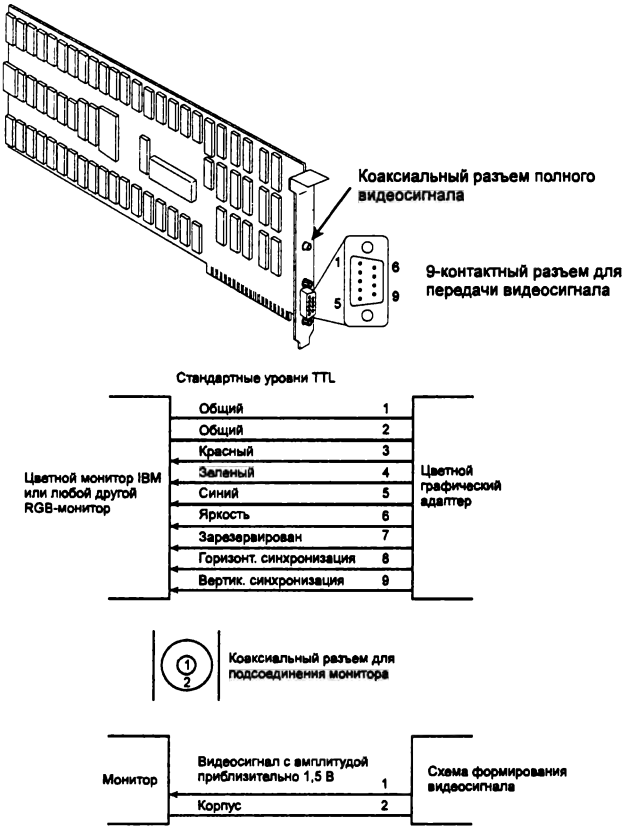


Рис. 8.2. Разводка разъема монитора видеоадаптера CGA

В большинстве случаев с видеоадаптером CGA использовались RGB-мониторы, значительно реже — мониторы со смешанным видеосигналом, представляющим собой смесь отдельных составляющих основных цветов, причем на приемном конце этот сигнал декодировался, т.е. раскладывался на составляющие. Монитор RGB отдельно получает сигналы красного, зеленого и синего цветов и, комбинируя их, отображает все прочие цвета. RGB-мониторы обеспечивают лучшее разрешение, чем мониторы со смешанным видеосигналом, и лучше воспроизводят на экране текст — по 80 символов в строке.

Один из недостатков видеоадаптеров CGA — появление на экранах некоторых моделей мерцания и "снега". *Мерцание* проявляется в том, что при перемещении текста по экрану (например, при добавлении строки) символы начинают "подмигивать". *Снег* — это случайные вспыхивающие точки на экране.

Большинство компаний, когда-то выпускавших видеоадаптеры CGA, давно прекратило их производство. Если учесть, что платы VGA сегодня стоят сравнительно мало, применение CGA теряет всякий смысл.

В табл. 8.3 перечислены параметры всех режимов работы CGA.

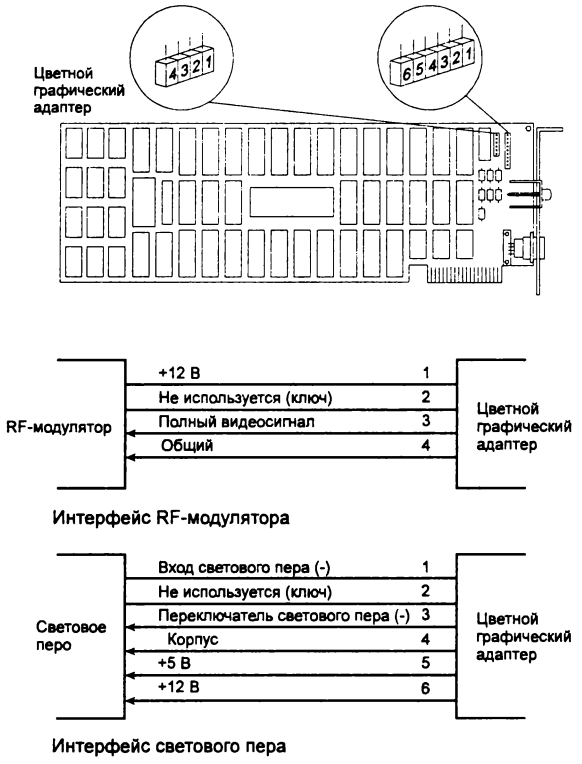


Рис. 8.3. Разводка разъемов RF-модулятора и светового пера видеоадаптера CGA

Таблица 8.3. Режимы отображения, предусмотренные стандартом CGA

Разрешение, пиксели	Количество цветов	Режим вывода	Код режима в BIOS	Формат текста на экране, знакоместо	Размер матрицы символа, пиксели	Частота кадров, Гц	Частота строк, кГц
320×200	16	Текст.	00/01h	40×25	8×8	60	15,75
640×200	16	Текст.	02/03h	80×25	8×8	60	15,75
160×200	16	Графич.	—	—	—	60	15,75
320×200	4	Графич.	04/05h	40×25	8×8	60	15,75
640×200	2	Графич.	06h	80×25	8×8	60	15,75

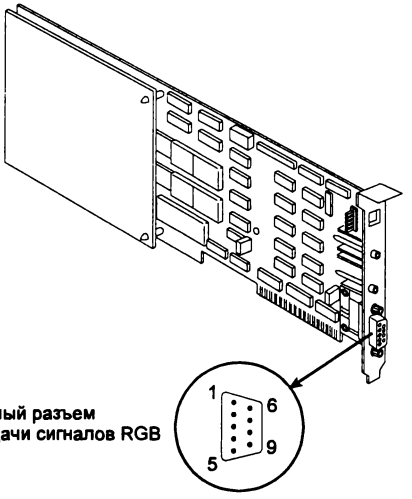
Усовершенствованный графический адаптер EGA. Усовершенствованный графический адаптер EGA (Enhanced Graphics Adapter), производство которого было прекращено с началом выпуска компьютеров PS/2, состоял из графической платы, платы расширения памяти изображения, набора модулей памяти изображения и цветного монитора с повышенным разрешением. Весь комплект в момент выпуска стоил около 1800 долларов. Однако вскоре другие фирмы стали конкурировать с IBM в выпуске аппаратуры, отвечающей этой спецификации, причем их продукция стоила дешевле. Одно из преимуществ EGA состояло в возможности строить систему по модульному принципу. Поскольку графическая плата работала с

любым из мониторов фирмы IBM, ее можно было использовать и с монохромными мониторами, и с цветными мониторами, имеющими обычное разрешение, ранних моделей, и с цветными мониторами, имеющими более высокое разрешение.

С EGA-платой обычный цветной монитор IBM давал цветное изображение (16 цветов) с разрешением 320×200 или 640×200 пикселей, а монохромный монитор — 640×350 пикселей при матрице символов 9×14 (в текстовом режиме).

Назначение выводов выходного разъема графической платы EGA и разъема P-2 приведено на рис. 8.4 и 8.5.

Подключенный к плате EGA усовершенствованный цветной монитор фирмы IBM позволял получить цветное изображение с разрешением 640×350 (палитра в 16 цветов из 64 возможных). Для вывода символов использовалась матрица 9×14. Матрица 8×8 применялась в режиме уплотненного символьного вывода — 43 строки текста на экране. С помощью специальных программ матрицу символа можно было увеличить до 8×32.

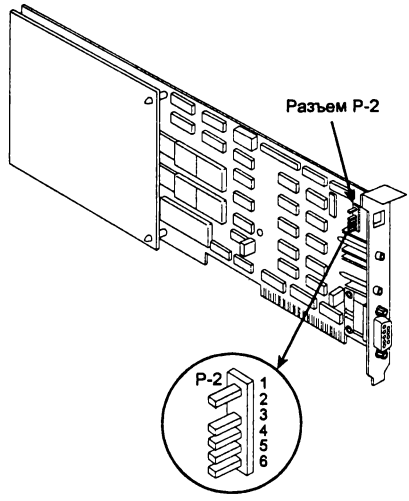


	Наименование сигнала		
RGB-монитор	Общий	1	Адаптер EGA
	Дополнительный красный	2	
	Основной красный	3	
	Основной зеленый	4	
	Основной синий	5	
	Дополнительный зеленый/яркость	6	
	Дополнительный синий/моновидео	7	
	Горизонтальная синхронизация	8	
	Вертикальная синхронизация	9	

Рис. 8.4. Разводка разъема монитора видеоадаптера EGA

Стандартный набор из 256 символов, очертания которых хранились в памяти, с помощью платы расширения памяти фирмы IBM можно было расширить до 512. Специальная плата памяти *IBM graphics memory-module kit* позволяла увеличить количество символов до 1024. Соответствующие шрифты загружались программно. Вся указанная память занимала адресное пространство между верхней границей основной памяти и памятью изображения видеоадаптера. Всего адаптер EGA мог использовать не более 128 Кбайт, которые в адресном пространстве располагались сразу после границы в 640 Кбайт. Плата *IBM graphics memory-module kit* добавляла еще 128 Кбайт, так что в сумме получалось 256 Кбайт. (Эти

128 Кбайт имели отношение только к самой графической плате и никак не влияли на адресное пространство ПК.) Поскольку практически любой видеоадаптер EGA на своей единственной плате имел 256 Кбайт, необходимость в платах расширения отпала.



Разъем P-2

Схема управления световым пером	Вход светового пера (+)	1	Адаптер EGA
	Не используется	2	
	Переключатель светового пера (+)	3	
	Общий	4	
	+5 В	5	
	+12 В	6	

Рис. 8.5. Разводка разъема светового пера видеоадаптера EGA

Системы, работающие в соответствии со спецификацией VGA, значительно превзошли EGA по всем параметрам. К тому же возникли некоторые проблемы, связанные с эмуляцией более ранних адаптеров CGA и MDA, и программы, которые нормально работали с прежними адаптерами, не работали с EGA, пока их не модифицировали.

В табл. 8.4 перечислены параметры всех режимов работы EGA.

Таблица 8.4. Режимы отображения, предусмотренные стандартом EGA

Разрешение, пиксели	Количество цветов	Режим вывода	Код режима в BIOS	Формат текста на экране, знакоместо	Формат матрицы символа, пиксели	Частота кадров, Гц	Частота строк, кГц
320×350	16	Текст.	00/01h	40×25	8×14	60	21,85
640×350	16	Текст.	02/03h	80×25	8×14	60	21,85
720×350	4	Текст.	07h	80×25	9×14	50	18,432
320×200	16	Графич.	0Dh	40×25	8×8	60	15,75
640×200	2	Графич.	0Eh	80×25	8×8	50	15,75
640×350	4	Графич.	0Fh	80×25	8×14	50	18,432
640×350	16	Графич.	10h	80×25	8×14	60	21,85

Профессиональный цветной дисплей и адаптер. Графическая система отображения высокого качества, ориентированная на профессионалов (Professional Graphics Display System), была разработана фирмой IBM в 1984 году. Но для массового применения она оказалась слишком дорогой (4290 долларов).

Система состояла из графического монитора Professional Graphics Display и комплекта плат Professional Graphics Card Set. В полном комплекте она занимала три слота на системной плате XT или AT, что по современным представлениям — слишком много, но возможности ее впечатляли. Видеоадаптер *Professional Graphics Adapter (PGA)* на аппаратном уровне позволял выполнять трехмерное вращение и отсечение. Используя встроенный микропроцессор, он также обеспечивал построение движущегося изображения со скоростью 60 кадров в секунду.

Система предназначалась для выполнения конструкторских и научно-исследовательских работ. Выпуск ее был прекращен после появления на рынке компьютеров серии PS/2, а место системы в семействе IBM PC заняла аппаратура, соответствующая спецификации VGA и более поздним стандартам.

В табл. 8.5 перечислены параметры всех режимов работы PGA.

Таблица 8.5. Режимы отображения, предусмотренные стандартом PGA

Разрешение, пиксели	Количество цветов	Режим вывода	Код режима в BIOS	Формат текста на экране, знакоместо	Формат матрицы символа, пиксели	Частота кадров, Гц	Частота строк, кГц
320×200	16	Текст.	00/01h	40×25	8×8	60	15,75
640×200	16	Текст.	02/03h	80×25	8×8	60	15,75
320×200	4	Графич.	04/05h	40×25	8×8	60	15,75
640×200	2	Графич.	06h	80×25	8×8	60	15,75
640×480	256	Графич.	—	—	—	60	30,48

Адаптер 8514/A. Адаптер *8514/A* обладает более высокой разрешающей способностью и воспроизводит больше цветов, чем VGA. Этот адаптер, рассчитанный на работу с цветным дисплеем PS/2, устанавливается в слот шины MCA, используемой во всех компьютерах семейства PS/2. Он может работать во всех режимах встроенного в системную плату адаптера VGA. Для 8514/A предусмотрен комплект расширения памяти, который позволяет увеличить количество отображаемых оттенков цвета.

Чтобы полностью реализовать преимущества этого адаптера, нужно использовать монитор *IBM 8514*, поскольку он разработан специально для этого адаптера. Отметим, что сама IBM прекратила выпуск адаптера 8514/A и вместо него разработала спецификацию XGA.

В табл. 8.6 перечислены параметры всех режимов работы IBM 8514.

Таблица 8.6. Режимы работы системы IBM 8514

Разрешение, пиксели	Количество цветов	Режим вывода	Код режима в BIOS	Формат текста на экране, знакоместо	Формат матрицы символа, пиксели	Частота кадров, Гц	Частота строк, кГц
1024×768	256	Графич.*	H-0h	85×38	12×20	43,48	35,52
640×480	256	Графич.	H-1h	80×34	8×14	60	31,5
1024×768	256	Графич.*	H-3h	146×51	7×15	43,48	35,52

* Режим *Interlaced*.

Адаптер MCGA. Видеоадаптер MCGA (MultiColor Graphics Array — многоцветная графическая матрица) встроен в системную плату компьютеров PS/2 моделей 25 и 30. Он работает во всех режимах CGA, но с аналоговым монитором, так что прежние модели цифровых мониторов IBM к нему подключить нельзя. Кроме того, в CGA добавлены еще четыре режима отображения.

Для преобразования цветного изображения в черно-белое (при работе с монохромным монитором) используется до 64 градаций серого цвета, так что пользователи, предпочитающие монохромную картинку, могут работать с программами, формирующими цветное изображение.

В табл. 8.7 перечислены параметры всех режимов работы MCGA.

Таблица 8.7. Режимы отображения, предусмотренные стандартом MCGA

Разрешение, пиксели	Количество цветов	Режим вывода	Код режима в BIOS	Формат текста на экране, знакоместо	Формат матрицы символа, пиксели	Частота кадров, Гц	Частота строк, кГц
320×400	16	Текст.	00/01h	40×25	8×16	70	31,5
640×400	16	Текст.	02/03h	80×25	8×16	70	31,5
320×200	4	Графич.	04/05h	40×25	8×8	70	31,5
640×200	16	Графич.	06h	40×25	8×8	70	31,5
640×480	2	Графич.	11h	80×30	8×16	60	31,5
320×200	256	Графич.	13h	80×25	8×8	70	31,5

Адаптеры и мониторы стандарта VGA

В апреле 1987 года одновременно с выпуском компьютеров семейства PS/2 фирма IBM ввела в действие спецификацию *VGA* (Video Graphics Array — видеографическая матрица), которая вскоре стала общепризнанным стандартом систем отображения ПК. Фактически в тот же день IBM обнародовала еще одну спецификацию для систем отображения с низким разрешением MCGA и выпустила на рынок видеоадаптер высокого разрешения IBM 8514. Адаптеры MCGA и 8514 не стали общепризнанными стандартами, как VGA, и вскоре "сошли со сцены".

Цифровые сигналы против аналоговых. В отличие от предыдущих видеостандартов, ориентированных на передачу мониторам цифровых сигналов, во VGA используется передача аналоговых сигналов. Почему же было отдано предпочтение именно аналоговым сигналам, в то время как вся остальная электроника переходит на цифровую технологию? Например, проигрыватели компакт-дисков (цифровые) вытеснили проигрыватели виниловых пластинок (аналоговые), в новейших видеомагнитофонах и видеокамерах используется хранение изображения в цифровом виде для стоп-кадров и медленных повторов; цифровой телевизор позволяет смотреть на одном экране несколько программ одновременно.

Почему же все-таки IBM решила вернуться к аналоговому управлению монитором? Оказывается — все дело в передаче цвета.

Большинство мониторов ПК, выпущенных до PS/2, принимали цифровые сигналы. При выводе цветного изображения поступавшие сигналы RGB включали/выключали электронные лучи красной, зеленой и синей электронных пушек ЭЛТ. Таким образом, в изображении на

экране могло присутствовать до восьми цветов (2^3). В мониторах и адаптерах IBM количество цветовых комбинаций удваивалось за счет дополнительных сигналов яркости по каждому цвету. Технология их производства достаточно проста и хорошо освоена, а цветовая совместимость между различными моделями вполне приемлема. Наиболее существенным недостатком цифровых мониторов является ограниченное количество цветов.

В PS/2 IBM перешла к аналоговой схемотехнике в системе отображения. Аналоговый монитор работает по тому же принципу, что и цифровой, т.е. передаются RGB-сигналы управления тремя основными цветами, но каждый сигнал имеет много уровней яркости (в стандарте VGA — 64). В результате число возможных комбинаций (цветов) возрастает до 262 144 (64^3). Для создания реалистического изображения средствами компьютерной графики цвет часто более важен, чем высокое разрешение, поскольку человеческий глаз воспринимает картинку с большим количеством цветовых оттенков как более правдоподобную.

Адаптер VGA. В компьютерах PS/2 большинство схем видеоадаптера расположено на системной плате. Эти схемы реализованы в виде специализированной сверхбольшой БИС и выпускаются фирмой IBM. Для того чтобы приспособить новый стандарт к более ранним системам, IBM выпустила так называемый *адаптер дисплея PS/2 (PS/2 Display Adapter)*, который чаще называют *платой VGA*. Этот видеоадаптер содержит все электронные схемы, необходимые для поддержки спецификации VGA, на одной полноразмерной плате с 8-битовым интерфейсом. Сама IBM давно прекратила производство плат VGA, но эти платы еще встречаются в некоторых компьютерах.

BIOS VGA — это управляющая программа, которая постоянно хранится в системном ПЗУ и предназначена для управления схемами VGA. Через BIOS программы могут инициировать некоторые процедуры и функции VGA, не обращаясь при этом к адаптеру непосредственно. Таким образом, программы становятся аппаратно-независимыми и могут вызывать некоторые функции, сохраненные в системном ПЗУ.

Дальнейшее развитие и совершенствование VGA, связанное с модернизацией аппаратуры, приведет к появлению соответствующей модификации BIOS. При этом могут быть добавлены новые функции. Таким образом, адаптер VGA даже после модернизации будет выполнять все графические и текстовые функции, введенные в его спецификацию в момент создания. Используя адаптер VGA, можно работать со всеми программами, изначально разработанными для адаптеров MDA, CGA и EGA.

В идеальном случае программисты должны пользоваться интерфейсом BIOS, а не обращаться к программно доступным компонентам видеоадаптера. Только в этом случае гарантируется совместимость программ со всеми нынешними и будущими моделями видеоадаптеров. Однако довольно часто программисты, полагая, что это улучшит качество продукта, обращаются к адаптеру напрямую, без посредничества BIOS. В результате создается высокопроизводительный программный продукт, прочно привязанный к одной-единственной модели аппаратуры.

Многие производители подтверждают совместимость со стандартом только на уровне регистров, а это не означает соответствия спецификации на все сто процентов. Так что, даже если такая программа прекрасно работает на настоящей аппаратуре фирмы IBM, с адаптером другой фирмы она может не работать. Большинство производителей обеспечивают совместимость на уровне регистров, и программы, напрямую обращающиеся к регистрам видеоадаптера (и только к ним), с этими моделями будут работать корректно. В плате предусмотрена внутрисхемная эмуляция прежних адаптеров на уровне регистров, чем обеспечивается абсолютная совместимость с прежними стандартами. Эта совместимость делает VGA действительно универсальным стандартом.

Вся аппаратура VGA обеспечивает отображение до 256 оттенков на экране из палитры в 262 144 (256 Кбайт) цветов. Естественно, для этого должен использоваться аналоговый монитор.

Мониторы VGA бывают не только цветными, но и монохромными. Накладывая (суммируя) сигналы всех цветов, получают 64 градации серого вместо оттенков разных цветов, причем преобразование цвета в яркость выполняется программами BIOS, хранящимися в ПЗУ. Программа суммирования инициализируется в том случае, если BIOS при загрузке системы обнаруживает монохромный монитор. В этой программе используется преобразование, в котором формула желаемого цвета переписывается таким образом, чтобы в нее были включены все три основных цвета, в результате чего образуется новая градация серого. Таким образом, выведенный на экран цвет определенного участка изображения состоит, например, из 30% красного, 59% зеленого и 11% синего, а смотрится как серый. Пользователи, которые предпочитают монохромный монитор, в этом режиме могут работать с приложениями, спроектированными для цветного отображения.

В табл. 8.8 перечислены параметры всех режимов работы VGA.

Таблица 8.8. Режимы отображения, предусмотренные стандартом VGA

Разрешение, пиксели	Количество цветов	Режим вывода	Код режима в BIOS	Формат текста на экране, знакоместо	Формат матрицы символа, пиксели	Частота кадров, Гц	Частота строк, кГц
360×400	16	Текст.	00/01h	40×25	9×16	70	31,5
720×400	16	Текст.	02/03h	80×25	9×16	70	31,5
320×200	4	Графич.	04/05h	40×25	8×8	70	31,5
640×200	2	Графич.	06h	80×25	8×8	70	31,5
720×400	16	Текст.	07h	80×25	9×16	70	31,5
320×200	16	Графич.	0Dh	40×25	8×8	70	31,5
640×200	16	Графич.	0Eh	80×25	8×8	70	31,5
640×350	4	Графич.	0Fh	80×25	8×14	70	31,5
640×350	16	Графич.	10h	80×25	8×14	70	31,5
640×480	2	Графич.	11h	80×30	8×16	60	31,5
640×480	16	Графич.	12h	80×30	8×16	60	31,5
320×200	256	Графич.	13h	40×25	8×8	70	31,5

Стандарты XGA и XGA-2

В конце октября 1990 года фирма IBM объявила о выпуске видеоадаптера *XGA Display Adapter/A* для системы PS/2, а в сентябре 1992 года — о выпуске XGA-2. Оба устройства — высококачественные 32-разрядные адаптеры с возможностью передачи им управления шиной (*bus master*) предназначены для компьютеров с шиной MCA. Разработанные как новая разновидность VGA, они обеспечивают повышенное разрешение, большее количество цветов и значительно более высокую производительность.

Добавьте к быстродействующему VGA графический сопроцессор, увеличьте количество воспроизводимых оттенков, повысьте разрешающую способность — и вы получите адаптер XGA. Будучи "хозяином" шины, адаптер XGA может управлять компьютером так, как будто он сам является системной платой. Фактически *bus master* — это адаптер со своим собственным процессором, который может работать независимо от системной платы.

XGA впервые появились в качестве основного адаптера в компьютерах моделей *90 XP 486* и *95 XP 486*. В настольной модели 90 адаптер XGA располагается на системной плате, а в модели 95 (корпус Tower) — на отдельной плате. Эта плата (*XGA Display Adapter/A*) может быть установлена в любом компьютере с процессорами 386 или 486 (80386, 80386SX, 80386SLC, 486SLC2, 486SLC3 или 80486) и шиной MCA (моделей 53, 55, 57, 65, 70 и 80 семейства PS/2).

Стандартный объем графической памяти в адаптере XGA — 512 Кбайт, но он может быть увеличен до 1 Мбайт.

Ниже перечислены технические характеристики адаптера XGA.

- Разрешение 1024×768 пикселей, 256 цветов (16 цветов при стандартном объеме памяти).
- Разрешение 640×480 пикселей, 256 цветов.
- Интерфейс DOS-XGA, обеспечивающий совместимость с *IBM 8514/A*.
- Встроенный 16-разрядный адаптер VGA.
- Оптимизирован для работы с графическими операционными системами типа Windows.
- Комплектуется драйверами под DOS, OS/2 и Windows.

В дополнение ко всем режимам работы, специфицированным стандартом VGA, адаптер XGA поддерживает режимы, которые перечислены в табл. 8.9.

Таблица 8.9. Новые режимы отображения, поддерживаемые адаптером XGA

Максимальное разрешение, пиксели	Максимальное количество цветов	Требуемый объем памяти
1024×768	256	1 Мбайт
1024×768	64 градации серого	1 Мбайт
1024×768	16	512 Кбайт
1024×768	16 градаций серого	512 Кбайт
640×480	65 536	1 Мбайт
640×480	64 градации серого	512 Кбайт

Режим отображения с 65 536 оттенками цвета обеспечивает практически фотографическое качество изображения. Кодирование цвета пикселя 16-разрядным словом имеет следующий формат: 5 разрядов — интенсивность красного, 6 разрядов — интенсивность зеленого и 5 разрядов — интенсивность синего цвета. Другими словами, 32 уровня интенсивности красного, 64 уровня интенсивности зеленого и 32 уровня интенсивности синего цвета. Один из недостатков существующих реализаций стандарта XGA — использование развертки с чередованием (*interlaced*) в режимах высокого разрешения. Это позволяет несколько снизить стоимость системы за счет более дешевого монитора, но на экране становится заметно мерцание изображения из-за снижения частоты регенерации.

В стандарт XGA-2 были внесены некоторые усовершенствования (по сравнению с XGA). Во-первых, увеличено количество цветов в режиме 1024×768 пикселей до 65536. Во-вторых, новая новые схемы в XGA-2 позволила, по крайней мере, вдвое увеличить скорость обработки информации. В-третьих, во всех режимах используется только развертка без чередования (*noninterlaced*), так что мерцание изображения сведено к минимуму.

Как XGA, так и XGA-2 поддерживают все режимы, предусмотренные спецификациями VGA и 8514/A. Большое количество приложений разрабатывалось с расчетом на режим 1024×768 адаптера 8514/A, причем в них используется специфицированный фирмой IBM программный интерфейс — промежуточное звено между приложением и аппаратурой адап-

тера 8514/A. Графические функции расширенного набора в XGA совместимы с этим интерфейсом. Благодаря повышенной производительности XGA и XGA-2 приложения, написанные для VGA и 8514/A, работают значительно быстрее.

Повышение производительности адаптеров XGA и XGA-2 связано с использованием видеопамяти VRAM (Video RAM) — ОЗУ, специально разработанного для графических подсистем ПК. Одновременный доступ к этой памяти возможен со стороны как процессора графического адаптера, так и центрального процессора компьютера. В результате происходит практически мгновенный обмен данными. Эта память графического процессора имеет свою область в системном адресном пространстве, обычно — в самом его конце, на границе 4 Гбайт, доступных в системах на базе процессора 386. Поскольку другими блоками системы эта область не используется, конфликты возникать не должны. Адаптер также имеет ПЗУ объемом 8 Кбайт для расширения BIOS, которое занимает в адресном пространстве область в сегменте C000 или D000. (Если адаптер XGA установлен на системной плате, то отдельное ПЗУ не требуется, так как системная BIOS содержит все необходимые программы.)

В табл. 8.10 перечислены параметры всех режимов работы XGA.

Таблица 8.10. Режимы отображения, предусмотренные стандартом XGA

Разрешение, пиксели	Количество цветов	Режим вывода	Код режима в BIOS	Формат текста на экране, знакоместо	Формат матрицы символа, пиксели	Частота кадров, Гц	Частота строк, кГц
360×400	16	Текст.	00/01h	40×25	9×16	70	31,5
720×400	16	Текст.	02/03h	80×25	9×16	70	31,5
320×200	4	Графич.	04/05h	40×25	8×8	70	31,5
640×200	2	Графич.	06h	80×25	8×8	70	31,5
720×400	16	Текст.	07h	80×25	9×16	70	31,5
320×200	16	Графич.	0Dh	40×25	8×8	70	31,5
640×200	16	Графич.	0Eh	80×25	8×8	70	31,5
640×350	4	Графич.	0Fh	80×25	8×14	70	31,5
640×350	16	Графич.	10h	80×25	8×14	70	31,5
640×480	2	Графич.	11h	80×30	8×16	60	31,5
640×480	16	Графич.	12h	80×30	8×16	60	31,5
320×200	256	Графич.	13h	40×25	8×8	70	31,5
1056×400	16	Текст.	14h	132×25	8×16	70	31,5
1056×400	16	Текст.	14h	132×43	8×9	70	31,5
1056×400	16	Текст.	14h	132×56	8×8	70	31,5
1056×400	16	Текст.	14h	132×60	8×6	70	31,5
1024×768	256	Графич.*	14h	85×38	12×20	43,48	35,52
640×480	65 536	Графич.	14h	80×34	8×14	60	31,5
1024×768	256	Графич.*	14h	128×54	8×14	43,48	35,52
1024×768	256	Графич.*	14h	146×51	7×15	43,48	35,52

* *Режим Interlaced.*

Адаптеры SVGA

С появлением видеоадаптеров XGA и 8514/A конкуренты IBM решили не копировать эти расширения VGA, а начать выпуск более дешевых адаптеров с разрешением, которое выше разрешения продуктов IBM. Эти видеоадаптеры образовали категорию *Super VGA,* или *SVGA.*

Возможности SVGA шире возможностей плат VGA. Поначалу SVGA не являлся стандартом. Под этим термином подразумевались многие отличающиеся одна от другой разработки различных фирм, требования к параметрам которых были жестче, чем требования к VGA.

Например, некоторые видеоплаты предлагали несколько форматов изображения (800×600 и 1024×768) с разрешением выше, чем у VGA, в то время как другие платы имели такое же или даже большее разрешение (но и большее количество воспроизводимых оттенков в каждом формате). Эти видеоплаты разные, но все относятся к категории плат SVGA.

В отличие от предложенных IBM стандартов CGA, EGA и VGA, новые графические режимы в той или иной мере были произвольными и признавались только их разработчиком. Поскольку SVGA-платы являются классом видеоаппаратуры без четко очерченных границ, они отличаются, мягко говоря, большим разнообразием. Чтобы использовать все возможности большинства плат, необходимы специальные драйверы. Например, для применения адаптера фирмы ATI с Microsoft Windows нужен драйвер этой же фирмы. Вы не сможете использовать драйвер фирмы ATI с другой SVGA-платой, так как "привязаны" к плате ATI. Это означает, что, в отличие от базового адаптера VGA, для которого требовался единый драйвер независимо от фирмы — производителя платы, для каждой SVGA-платы требуется специальный драйвер, ориентированный к тому же на определенные приложения.

Если же у вас нет специального драйвера для установленной SVGA-платы, не огорчайтесь — большинство плат работает с универсальным драйвером, поддерживающим режимы 800×600 и 1024×768. Эти драйверы входят в состав Windows, и приобретать их у производителя видеоадаптера нет необходимости. К сожалению, универсальный драйвер может не использовать всех уникальных возможностей вашего конкретного видеоадаптера.

Внешне SVGA-платы мало чем отличаются от своих VGA-собратьев. На них установлены такие же разъемы (рис. 8.6).

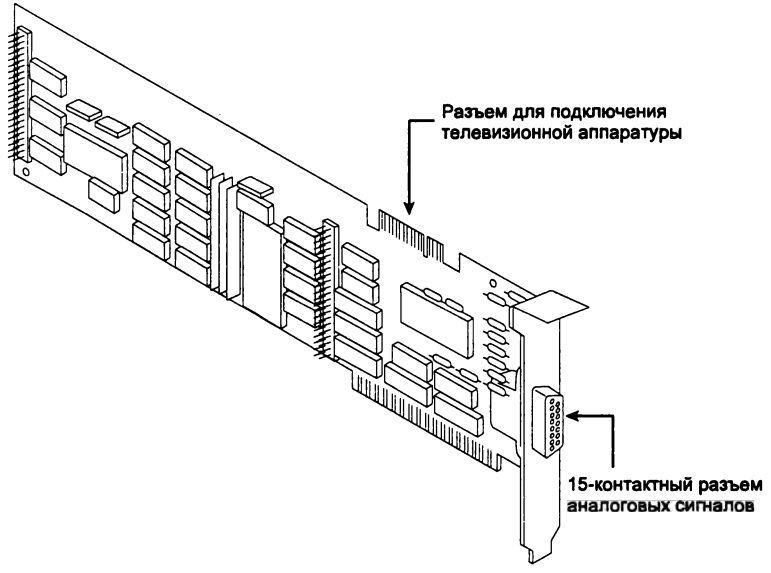


Рис. 8.6. Видеоадаптер IBM PS/2 (VGA-плата)

Поскольку типовые спецификации SVGA-плат разных производителей сильно различаются, подробно рассмотреть их невозможно. Разводка выходного разъема для стандартного адаптера VGA или SVGA приведена в следующей таблице (см. также рис. 8.7).

Контакт	Сигнал	Направление передачи
1	Красный	Выход
2	Зеленый	Выход
3	Синий	Выход
4	Монитор ID 2	Вход
5	Логический нуль (самотестирование монитора)	—
6	Общий для красного аналогового	—
7	Общий для зеленого аналогового	—
8	Общий для синего аналогового	—
9	Ключ (контакт пропущен)	—
10	Общий для синхронизации	—
11	Монитор ID 0	Вход
12	Монитор ID 1	Вход
13	Синхронизация строк	Выход
14	Синхронизация кадров	Выход
15	Монитор ID 3	Вход

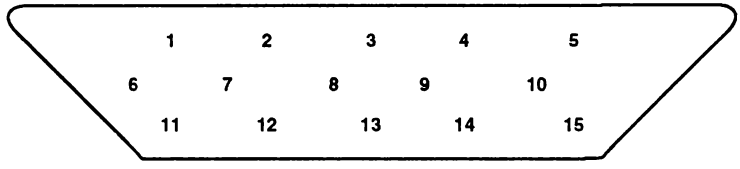


Рис. 8.7. Расположение контактов на разъеме VGA-платы

Стандарты SVGA ассоциации VESA

В октябре 1989 года ассоциация VESA, учитывая сложности программирования множества выпускаемых модификаций SVGA-плат, предложила стандарт для единого программного интерфейса с этими платами. В эту ассоциацию вошли представители большинства компаний, выпускающих аппаратуру для ПК, в том числе и аппаратуру отображения.

Новый стандарт был назван *VESA BIOS Extension*. Если видеоплата удовлетворяет этому стандарту, программно можно легко определить ее специфические соответствия и использовать их в дальнейшем. Достоинство VESA BIOS заключается в том, что для работы с любым SVGA-адаптером программист может использовать единый драйвер. С адаптерами SVGA разных моделей разных производителей можно общаться через единый программный интерфейс VESA.

Поначалу эта концепция не встретила особой поддержки. Некоторые производители SVGA-адаптеров стали выпускать VESA BIOS Extension в виде отдельной резидентной программы, которую можно было загрузить при запуске компьютера. Однако через какое-то время отдельные фирмы начали включать VESA BIOS Extension в свои SVGA BIOS, что, ко-

нечно, удобнее: отпадает необходимость в загрузке дополнительной программы, если планируется работать с приложением, использующим этот интерфейс и предполагающим, что соответствующая программа находится в памяти.

Сейчас большинство выпускаемых SVGA-адаптеров поддерживает спецификацию VESA BIOS Extension. Покупая SVGA-плату, проверьте, соответствует ли она такому расширению BIOS.

Существующий стандарт VESA на платы Super VGA предусматривает использование практически всех распространенных вариантов форматов изображения и кодирования цветовых оттенков, вплоть до разрешения 1280×1024 пикселей при 16 777 216 оттенках (24-битовое кодирование цвета). Однако иногда видеоадаптер SVGA, который рекламируется как VESA-совместимый, не работает с конкретным драйвером, например с драйвером на 800×600 пикселей с 256 цветами, который входит в Windows.

В табл. 8.11 перечислены видеорежимы графического (SVGA) акселератора — Chips and Technologies 65554 — широко распространенного в настоящее время набора микросхем системной логики.

Таблица 8.11. Видеорежимы графического (SVGA) акселератора Chips and Technologies 65554

Режим BIOS	Тип режима	Разрешающая способность	Размер символов	Количество цветов	Частота сканирования (по горизонтали/ по вертикали)
0, 1	VGA Text	40x25 символов	9x16	16/256K	31,5 кГц/70 Гц
2, 3	VGA Text	80x25 символов	9x16	16/256K	31,5 кГц/70 Гц
4, 5	VGA Graph	320x200 пикселей	8x8	4/256K	31,5 кГц/70 Гц
6	VGA Graph	640x200 пикселей	8x8	2/256K	31,5 кГц/70 Гц
7	VGA Text	80x25 символов	9x16	Монохромный	31,5 кГц/70 Гц
D	VGA Graph	320x200 пикселей	8x8	16/256K	31,5 кГц/70 Гц
E	VGA Graph	640x200 пикселей	8x8	16/256K	31,5 кГц/70 Гц
F	VGA Graph	640x350 пикселей	8x14	Монохромный	31,5 кГц/70 Гц
10	VGA Graph	640x350 пикселей	8x14	16/256K	31,5 кГц/70 Гц
11	VGA Graph	640x480 пикселей	8x16	2/256K	31,5 кГц/60 Гц
12	VGA Graph	640x480 пикселей	8x16	16/256K	31,5 кГц/60 Гц
13	VGA Graph	320x200 пикселей	8x8	256/256K	31,5 кГц/70 Гц
20	SVGA Graph	640x480 пикселей	8x16	16/256K	31,5 кГц/60 Гц
					37,6 кГц/75 Гц
					43,2 кГц/85 Гц

Продолжение табл. 8.11

Режим BIOS	Тип режима	Разрешающая способность	Размер символов	Количество цветов	Частота сканирования (по горизонтали/ по вертикали)
22	SVGA Graph	800x600 пиксе-лей	8x8	16/256K	37,9 кГц/60 Гц
					46,9 кГц/75 Гц
					53,7 кГц/85 Гц
24	SVGA Graph	1024x768 пик-селей	8x16	16/256K	35,5 кГц/87 Гц*
					48,5 кГц/60 Гц
					60,0 кГц/75 Гц
					68,8 кГц/85 Гц
28	SVGA Graph	1280x1024 пик-селей	8x16	16/256K	35,5 кГц/87 Гц*
					35,5 кГц/60 Гц
30	SVGA Graph	640x480 пиксе-лей	8x16	256/256K	31,5 кГц/60 Гц
					37,6 кГц/75 Гц
					43,2 кГц/85 Гц
32	SVGA Graph	800x600 пиксе-лей	8x16	256/256K	37,9 кГц/60 Гц
					46,9 кГц/75 Гц
					53,7 кГц/85 Гц
34	SVGA Graph	1024x768 пик-селей	8x16	256/256K	35,5 кГц/87 Гц*
					48,5 кГц/60 Гц
					60,0 кГц/75 Гц
					68,8 кГц/85 Гц
38	SVGA Graph	1280x1024 пикселей	8x16	256/256K	35,5 кГц/87 Гц*
					35,5 кГц/60 Гц
40	SVGA Graph	640x480 пикселей	8x16	32K/32K	31,5 кГц/60 Гц
					37,6 кГц/75 Гц
					43,2 кГц/85 Гц
41	SVGA Graph	640x480 пикселей	8x16	64K/64K	31,5 кГц/60 Гц
					37,6 кГц/75 Гц
					43,2 кГц/85 Гц
42	SVGA Graph	800x600 пикселей	8x16	32K/32K	37,9 кГц/60 Гц
					46,9 кГц/75 Гц
					53,7 кГц/85 Гц
43	SVGA Graph	800x600 пикселей	8x16	64K/64K	37,9 кГц/60 Гц

Окончание табл. 8.11

Режим BIOS	Тип режима	Разрешающая способность	Размер символов	Количество цветов	Частота сканирования (по горизонтали/ по вертикали)
					46,9 кГц/75 Гц
					53,7 кГц/85 Гц
44	SVGA Graph	1024x768 пикселей	8x16	32K/32K	48,5 кГц/60 Гц
45	SVGA Graph	1024x768 пикселей	8x16	64K/64K	48,5 кГц/60 Гц
50	SVGA Graph	640x480 пикселей	8x16	16M/16M	31,5 кГц/60 Гц
52	SVGA Graph	800x600 пикселей	8x16	16M/16M	37,9 кГц/60 Гц

* Режим *interlaced.*

Компоненты видеосистемы

Для работы видеоплаты необходимы следующие основные компоненты:

- BIOS (Basic Input/Output System — базовая система ввода-вывода);
- графический процессор, иногда называемый набором микросхем системной логики (чипсетом) видеоплаты;
- видеопамять;
- ЦАП (цифроаналоговый преобразователь, он же DAC — Digital to Analog Converter);
- разъем;
- видеодрайвер.

Многие из популярных адаптеров сегодня имеют дополнительные модули, предназначенные для специальных целей, например для ускорения отображения трехмерных объектов. В следующих разделах эти компоненты изучаются более подробно.

BIOS (базовая система ввода-вывода). Видеоадаптеры имеют свою BIOS (базовую систему ввода-вывода), которая подобна основной базовой системе ввода-вывода, но полностью независима от нее. (Другие устройства в компьютере, такие как SCSI-адаптеры, могут также иметь свою собственную базовую систему ввода-вывода.) Если вы включите монитор первым и немедленно посмотрите на экран, то сможете увидеть опознавательный знак базовой системы ввода-вывода видеоадаптера в самом начале запуска системы.

Подобно системной базовой системе ввода-вывода, базовая система ввода-вывода видеоадаптера хранится в ПЗУ; оно содержит основные команды, которые обеспечивают интерфейс между оборудованием видеоадаптера и программным обеспечением. Программное обеспечение, которое обращается к функциям базовой системы ввода-вывода видеоадаптера, может быть автономным приложением, операционной системой или основной базовой системой ввода-вывода. Обращения к функциям базовой системы ввода-вывода дает возможность вывести информацию о мониторе во время самотестирования (процедура POST) и начать загрузку системы до начала загрузки с диска любых других программных драйверов.

Базовую систему ввода-вывода, точно так же как и системную базовую систему ввода-вывода, можно модернизировать одним из двух способов. Если базовая система ввода-вывода записана на перезаписываемый чип EEPROM (электрически стираемое ППЗУ), то его содер-

жимое можно модифицировать с помощью специальной утилиты, поставляемой изготовителем адаптера. В противном случае чип можно заменить новым, опять-таки поставляемым изготовителем. Базовая система ввода-вывода, которую можно модифицировать с помощью программного обеспечения, иногда называется *flash BIOS*.

Обновление базовой системы ввода-вывода видеоплаты иногда необходимо для использования старого адаптера в новой операционной системе или в случае, когда изготовитель обнаруживает существенный дефект в первоначальном коде программы. Но не впадайте в соблазн модернизировать базовую систему ввода-вывода видеоадаптера только потому, что вы обнаружили, что уже имеется новая, пересмотренная версия базовой системы ввода-вывода. Общее правило гласит: не модернизируйте, если в этом нет необходимости.

Графический процессор. В конструкции видеоплаты может использоваться один из трех типов процессора или специализированного комплекта микросхем. Тип устройства, которое будет установлено в конкретной плате, практически не зависит от стандарта отображения, поддерживаемого видеоадаптером VGA, SVGA или XGA.

Самая старая архитектура видеоадаптеров называется *структурой с сохранением кадра изображения (frame-buffer technology)*. Она предполагает методику построения изображения, при которой видеоплата отвечает только за хранение и регенерацию статического кадра изображения. Сам же кадр строится исключительно усилиями программы и центрального процессора (CPU) компьютера. Естественно, что при такой методике на центральный процессор компьютера ложится огромная нагрузка, поскольку он должен практически полностью управлять построением всех деталей изображения.

В современной компьютерной графике применяется также специализированный *графический сопроцессор*. Такая архитектура предполагает включение в состав видеоадаптера собственного процессора, который выполнял бы все вычисления, необходимые для построения изображения. При этом центральный процессор компьютера практически полностью освобождается для выполнения других задач (не связанных непосредственно с формированием картинки). Таким образом, отобрав практически все графические функции у центрального процессора компьютера и возложив их на специализированный (максимально для этого приспособленный) процессор видеоадаптера, эта архитектура обеспечивает минимальное время реакции системы.

Существует промежуточный вариант архитектуры — *видеоакселератор (accelerator chip)* с ограниченным набором функций. Такая архитектура, применяемая во многих имеющихся на современном компьютерном рынке видеоадаптерах, предполагает, что электронные схемы видеоплаты решают алгоритмически простые, но отнимающие много времени задачи. В частности, электронные схемы видеоплаты выполняют построение графических примитивов — прямых линий, окружностей и т.п., а за центральным процессором компьютера остается конструирование изображения, разложение его на составляющие и пересылка в видеоадаптер инструкций, например таких как *нарисовать прямоугольник определенного размера и цвета*.

Поэтому при выборе видеоплаты необходимо внимательно отнестись к подбору необходимого типа чипсета и обратить внимание на выполняемые им операции.

Видеопамять. При формировании изображения видеоплата обращается к памяти. Емкость памяти на видеоплате (видеопамяти) может быть разной — 256 Кбайт, 512 Кбайт, 1 Мбайт, 2 Мбайт, 4 Мбайт, 6 Мбайт или 8 Мбайт. Большинство современных плат имеет минимум 2 Мбайт, а во многих компьютерах установлена видеопамять объемом 4 Мбайт. Дополнительная память *не увеличивает* быстродействия видеоплаты, но позволяет повысить разрешение изображения и/или количество воспроизводимых цветов.

В качестве видеопамяти могут использоваться микросхемы памяти различных типов, приведенные в табл. 8.12.

Таблица 8.12. Типы видеопамяти

Тип памяти	Шина	Частота, МГц	Задержка, нс	Пропускная способность, Мбит/сек
FPM DRAM	Fast Page-Mode RAM	25-33	80	80
VRAM	Video RAM	25-33	*	100
WRAM	Window RAM	>50	*	120
EDO DRAM	Extended Data Out DRAM	40-50	100	105
SDRAM	Synchronous DRAM	66-100	102-75	166-253
MDRAM	Multibank DRAM	125-166	22-19	405-490
SGRAM	Synchronous Graphics DRAM	>125	100-75	200-300

* *VRAM и WRAM — типы двухпортовой памяти, в которой операции чтения и записи данных могут выполняться одновременно.*

Вычисление необходимого объема видеопамяти. Объем памяти, необходимый для создания режима с заданным разрешением и количеством цветов, вычисляется следующим образом. Для кодирования каждого пикселя изображения необходим определенный объем памяти, а общее количество пикселей определяется заданным разрешением. Например, при разрешении 1024×768 на экране отображается 786 432 пикселей.

Если необходимо сформировать изображение в этом режиме, но только с двумя градациями яркости каждого пикселя (или с двумя цветами, один из которых — черный), понадобится 1 бит на каждый пиксель. Если этот бит равен нулю, пиксель будет отображаться черным, а если он равен единице, — то белым. Если на каждый пиксель отвести 4 бит, то можно отобразить 16 цветов, поскольку четырехразрядное двоичное число имеет 16 различных комбинаций состояний отдельных разрядов. Если перемножить количество пикселей при заданном разрешении и количество битов на один пиксель, исходя из заданного количества цветов, то получится объем памяти, необходимый для формирования и хранения изображения в этом формате. Ниже приведен пример подобных вычислений:

1024 × 768 = 786 432 пикселя × 4 бит/пиксель = 3 145 728 бит = 393 216 байт = 384 Кбайт.

Итак, для отображения картинки с 16 цветами и разрешением 1024×768 пикселей потребуется 384 Кбайт памяти на видеоплате. Поскольку объем модулей памяти "физически" кратен степеням двойки, т.е. можно установить на плату либо 256 Кбайт, либо 512 Кбайт, либо 1 Мбайт, либо 2 Мбайт, либо 4 Мбайт, для поддержки заданного режима необходимо хотя бы 512 Кбайт. Увеличив количество бит на пиксель до восьми, что равнозначно увеличению количества цветов до 256, получим при том же разрешении необходимый объем памяти — 786 432 байт или 768 Кбайт. И, опять-таки, учитывая существующую номенклатуру модулей, получим в результате 1 Мбайт памяти на видеоплате.

Для того чтобы иметь еще более высокое разрешение и большее количество оттенков на SVGA-плате, потребуется значительно больший объем, чем 256 Кбайт, установленных на плате стандартного VGA-адаптера. Объемы памяти, необходимые для различных форматов изображения в классе SVGA, приведены в табл. 8.13.

Таблица 8.13. Минимальный объем памяти видеоадаптера для различных режимов отображения

Разрешение, пиксели	Глубина цвета, бит	Количество цветов	Объем модуля	Минимальный объем, байт
640×480	4	16	256 Кбайт	153 600
640×480	8	256	512 Кбайт	307 200
640×480	16	65 536	1 Мбайт	614 400
640×480	24	16 777 216	1 Мбайт	921 600
800×600	4	16	256 Кбайт	240 000
800×600	8	256	512 Кбайт	480 000
800×600	16	65 536	1 Мбайт	960 000
800×600	24	16 777 216	2 Мбайт	1 440 000
1024×768	4	16	512 Кбайт	393 216
1024×768	8	256	1 Мбайт	786 432
1024×768	16	65 536	2 Мбайт	1 572 864
1024×768	24	16 777 216	4 Мбайт	2 359 296
1280×1024	4	16	1 Мбайт	655 360
1280×1024	8	256	2 Мбайт	1 310 720
1280×1024	16	65 536	4 Мбайт	2 621 440
1280×1024	24	16 777 216	4 Мбайт	3 932 160

Из таблицы видно, что видеоадаптер с памятью 2 Мбайт может формировать картинку с 65 536 цветами при разрешении 1024×768 пикселей, но для получения качества, близкого к фотографическому *(true color)* (16,8 млн цветовых оттенков) понадобится нарастить объем памяти до 4 Мбайт. В большинстве случаев, пока вашей целью не стало получение фотографического качества, что возможно при кодировании 24 бит/пиксель, вполне достаточно иметь на видеоплате память емкостью 2 Мбайт.

Видеоадаптер при глубине цвета 24 бит/пиксель обеспечивает почти 16,8 млн оттенков, в этом режиме он способен дать качество изображения, близкое к фотографическому. Если вам действительно нужно много работать с высококачественной графикой, приобретите такую плату. Во многих моделях адаптеров предусмотрено 24-битовое кодирование цвета пикселя, но, чтобы реализовать эту возможность и в форматах сверхвысокого разрешения, понадобится нарастить память до 4 Мбайт.

Замечание

Хотя некоторые адаптеры могут работать в 32-разрядном режиме, это не обязательно подразумевает, что они могут производить больше чем 16 277 216 цветов, воспроизводимых дисплеем при 24-разрядном режиме true color. Многие видеопроцессоры и шины видеопамяти оптимизированы для передачи данных в 32-разрядных словах, и фактически отображают 24-разрядный цвет даже при работе в 32-разрядном режиме. Поэтому они отображают 16 277 216 цветов, а не 4 294 967 296, как вы могли бы ожидать при использовании 32-разрядного режима.

Замечание

Вы можете модифицировать ОЗУ на некоторых видеоадаптерах, устанавливая отдельный модуль, содержащий дополнительные микросхемы памяти. Модуль обычно представляет собой дочернюю плату, т.е. маленькую монтажную схему, которая включается в разъем на видеоадаптере. Конструкция дочерней платы оригинальная, даже если тип микросхем памяти на панели — нет. Поэтому ее придется покупать у изготовителя видеоадаптера.

Разрядность шины видеосистемы. Следующий вопрос, на котором нужно остановиться, рассматривая память в системе отображения, — формат обращения к памяти со стороны схем обработки изображения. В современном видеоадаптере вся схемы, необходимые для формирования и обработки картинки, реализованы в сверхбольшой БИС — графическом процессоре, установленном на этой же плате. Графический процессор и память обмениваются данными по локальной шине. Большинство современных адаптеров имеет 64-разрядную или даже 128-разрядную шину. Кое-кого это может привести в замешательство, ведь с шиной сразу ассоциируются слоты и т.п. Но здесь речь идет о локальной шине, к которой имеют доступ только чипы графического процессора и памяти адаптера. Другими словами, если в описании видеоадаптера указано, что он 64-разрядный, не пугайтесь — в действительности это плата с 32-разрядным интерфейсом PCI или VLB, но внутри нее обмен между памятью и графическим процессором выполняется по 64-разрядной локальной шине.

Память DRAM. Поначалу для хранения изображений использовались обычные микросхемы динамических ОЗУ (DRAM — Dynamic RAM). Они довольно дешевые, но обладают невысоким быстродействием. Невысокое быстродействие этих микросхем обусловлено тем, что информацию в них периодически надо восстанавливать (регенерировать), и, кроме того, такие ИС не позволяют считывать информацию во время записи.

Графические платы современных ПК требуют исключительно высокой скорости обмена данными с памятью. При разрешении 1024×768 все 786 432 (=1024×768) пикселей и стандартной частоте регенерации 72 Гц все содержимое памяти (буфера кадра изображения) считывается на цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) 72 раза в секунду. Это означает, что в режиме *true color* (24 бит/пиксель) скорость считывания данных из памяти должна быть порядка 170 Мбайт/с — практический предел для современных чипов DRAM. Стремясь удовлетворить возрастающие требования к быстродействию памяти, в последние годы разработчики стали применять модули памяти другого типа.

Память EDO DRAM. Один из новых типов ИС памяти — *EDO (Extended Data Out — расширенный вывод данных)*. Повышение производительности модулей EDO RAM объясняется тем, что их элементы хранения подзаряжаются независимой электронной схемой так, что следующий цикл обращения может начинаться до того, как закончится предыдущий. В результате EDO RAM работают на 10% быстрее, чем DRAM, выполненные по той же микроэлектронной технологии. Впервые выпуск EDO RAM освоила фирма Micron Technologies. Микросхемы такого типа задумывались для использования в качестве главной памяти компьютера, но сейчас они широко применяются и в видеоадаптерах. Микросхемы EDO изготовлены по той же технологии, что и микросхемы DRAM, и на том же оборудовании, поэтому стоят они одинаково.

Память VRAM. *VRAM (Video RAM)* — еще один популярный тип модулей видеопамяти. Память этого типа также называют *двухпортовой*, поскольку к ней одновременно могут обращаться два "абонента". (Таковыми в случае использования видеоадаптера являются графический процессор (или чип акселератора, или даже центральный процессор компьютера) и цифроаналоговый преобразователь (ЦАП).) Это позволяет повысить быстродействие как по сравнению с обычными DRAM, так и по сравнению с EDO RAM, но такое схемотехническое решение стоит намного дороже.

Память WRAM. Дальнейшим развитием VRAM являются специализированные модули *WRAM (Window RAM)*, разработанные фирмой Samsung для использования в видеоадаптерах высокого класса. Во WRAM применяется тот же принцип двухпортового доступа, что и во VRAM, но технология производства и микросхемы оптимизированы с учетом конкретного применения в видеоадаптерах; к тому же стоимость их несколько ниже. WRAM вытеснили VRAM из большинства моделей видеоадаптеров высокого класса.

Память MDRAM. *MDRAM (Multibank RAM — многобанковые ОЗУ)* — это новый тип памяти, который также предназначен для использования в графических и видеосистемах. Разработанная фирмой MoSys, Inc., память MDRAM образуются из множества банков небольшого объема (32 Кбайт). Традиционно DRAM и VRAM имели логическую организацию в виде одного цельного банка. Поскольку MDRAM состоят из небольших банков по 32 Кбайт, нужный на плате объем не увеличивается до ближайшей степени двойки, как в видеоадаптерах. Именно благодаря этому технологическому решению стало возможным снизить стоимость аппаратуры, что имеет большое значение для рынка ПК, чувствительного к ценовой политике.

Например, графическая система с разрешением 1024×768 пикселей класса *true color* (24 бит/пиксель) требует 2,3 Мбайт для хранения одного кадра изображения и еще некоторый объем для хранения данных, не связанных непосредственно с кадром. Если используются модули DRAM с организацией 16×256 Кбайт и 64-разрядная шина обмена, то необходимо создать буфер емкостью 4 Мбайт, который должен состоять из двух банков по четыре чипа в каждом. В то же время, если использовать MDRAM, можно организовать память общим объемом 2,5 Мбайт из двух или трех чипов. В результате устраняется "нагрузка" в виде невостребованных 1,5 Мбайт, а это существенная часть стоимости адаптера.

Кроме того, MDRAM можно организовать таким образом, что обращение к каждому банку будет независимым. А это путь к несомненному повышению производительности видеоадаптера в целом (по сравнению с моделями, использующими VRAM или WRAM).

Память SGRAM. Память *SGRAM (Synchronous Graphics RAM — синхронизируемое графическое ОЗУ)* предназначена для особо скоростных моделей видеоплат. Этот тип памяти может работать на частотах, превышающих 66 МГц, и незаменим для PCI-плат, работающих на частотах до 100 МГц. По сравнению с обычными DRAM, быстродействие SGRAM возросло более чем в четыре раза, и частота обращения может достигать 125 МГц. Поэтому такая память может применяться в видеоплатах PCI и AGP.

Цифроаналоговый преобразователь. Цифроаналоговый преобразователь на видеоадаптере (обычно называемый RAMDAC) преобразует цифровые изображения, которые генерирует компьютер в аналоговые сигналы, которые может отображать монитор. Быстродействие цифроаналогового преобразователя измеряется в МГц; чем быстрее процесс преобразования, тем выше частота регенерации по вертикали адаптера. Быстродействие цифроаналогового преобразователя в современных высокоэффективных видеоадаптерах может достигать 200 МГц.

Шина. В этой главе уже говорилось о том, что модели видеоплат предназначены для соответствующих типов шин. Например, адаптер VGA разрабатывался для шины MCA, то же самое относится к адаптерам XGA и XGA-2. Скорость обработки видеоинформации зависит от используемой в компьютере системной шины (ISA, EISA или MCA). Шина ISA — 16-разрядная, с тактовой частотой 8,33 МГц. По шинам EISA и MCA можно одновременно передавать 32 бит данных, но их тактовая частота не превышает 10 МГц. (Не путайте быстродействие шины с быстродействием микропроцессора. Современные процессоры работают на частотах более 100 МГц, но тактовые частоты шин значительно ниже.)

Проблема отчасти решается благодаря *локальной шине VESA*, или просто *VL-Bus*, которая используется как дополнение к основной шине. Например, в компьютере с шиной ISA могут быть установлены слоты VL-Bus. Шина VL-Bus — 32-разрядная, а ее быстродействие равно быстродействию процессора — до 40 МГц (без учета умножения тактовой частоты в самом

микропроцессоре). Таким образом, используя в системе оптимально настроенную шину VL-Bus, можно достичь умопомрачительной скорости.

В июле 1992 года фирма Intel внедрила в свои разработки шину *PCI*, которая максимально "приближала" периферийные устройства к процессору. Вид полноценной системной шины она обрела во второй версии (1993 год). В шине *PCI-2* сочетаются быстродействие локальной шины и определенная независимость от основного процессора. Видеоплаты, предназначенные для шины PCI, как и платы, ориентированные на VL-Bus, могут радикально повысить производительность видеосистемы: они спроектированы в соответствии с технологией Plug and Play и практически не требуют настройки.

Самое современное системное новшество в области разработки шин — ускоренный графический порт (AGP). Это — специально выделенная видеошина, разработанная Intel. Данная шина имеет максимальную пропускную способность в четыре раза большую, чем таковая у сопоставимой шины PCI. AGP, по существу, является расширением существующей шины PCI, причем предназначена она для использования только с видеоадаптерами. Указанная шина предоставляет им высокоскоростной доступ к ОЗУ компьютера. Это дает возможность адаптеру обрабатывать некоторые элементы трехмерных изображений, типа текстурных карт, непосредственно в системной памяти, а не копировать их в память адаптера до начала обработки. Это экономит время и устраняет необходимость в увеличении объема памяти видеоадаптера для улучшения поддержки функций обработки трехмерных изображений.

Хотя AGP была разработана специально для Pentium II, она не зависит от процессора. Однако для нее требуется поддержка набора микросхем системной логики (чипсета) системной платы, а это означает, что вы не можете с целью использования AGP модифицировать существующую систему, не заменив системную плату. В настоящее время системные платы Pentium II с наборами микросхем системной логики (чипсетами) Intel 440LX, 440EX и 440BX поддерживают AGP. Кроме того, Intel предусматривает, что с определенными наборами микросхем системной логики (чипсетами) AGP могут использоваться на системных платах с разъемом Socket 7, поэтому в ПК с процессорами, отличными от Pentium II, может также использоваться AGP. Компания Acer Laboratories Inc. (ALi) также производит набор микросхем системной логики (чипсет) Aladdin Pro II, который поддерживает AGP X2 для разъемов Slot 1 для Pentium II, и набор микросхем системной логики (чипсет) Aladdin V для системных плат Pentium, который поддерживает AGP X2 для разъема Socket 7 для системных плат Pentium. VIA Technologies' Apollo VP3 и Apollo MVP3 поддерживают AGP на системных платах с разъемом Socket 7. И, кроме того, фирма SiS предлагает набор SiS 5591, который также поддерживает AGP на системных платах с разъемом Socket 7.

Даже при наличии подходящего набора микросхем системной логики (чипсета) вы не сможете полностью использовать все преимущества AGP без поддержки со стороны операционной системы. Средство DIrect Memory Execute (DIME) использует оперативную память вместо памяти видеоадаптера для выполнения некоторых задач, и тем самым уменьшает объем передаваемой информации от адаптера и к адаптеру. Windows 98 использует эту особенность точно так же, как и Windows NT 5, а Windows 95 — нет.

Всегда необходимо соблюдать осторожность при принятии любой новой технологии, и AGP — не исключение. При использовании некоторых ранних версий AGP возникали проблемы. В настоящее время применяется версия 2.0. В новых спецификациях предусмотрены режимы передачи данных 2x и 4x, которые значительно улучшают эксплуатационные характеристики шины. Очень вероятно, что AGP станет промышленным стандартом шины для видеоадаптеров.

Между шинами VL-Bus, PCI и AGP существуют различия, которые можно обнаружить, просмотрев табл. 8.14.

Таблица 8.14. Параметры локальных шин

Параметр	VL-Bus	PCI	AGP
Максимальная пропускная способность (теоретически)	132 Мбайт/с	528 Мбайт/с *	533
Количество слотов (типовое) **	3	4	1
Поддержка технологии Plug-and-Play	Нет	Да	Да
Цена	Низкая	Средняя	Средняя
Область применения	Дешевые ПК на базе процессора 486	Мощные ПК на базе процессоров 486, Pentium и выше	Мощные ПК на базе процессоров Pentium II

** При максимальной частоте шины 66 МГц и разрядности 64 бит.*

*** Увеличить количество слотов можно с помощью специальных схем расширения PCI.*

Видеодрайвер. Программный драйвер — существенный элемент видеосистемы. Драйвер позволяет программному обеспечению связаться с видеоадаптером. Вы можете иметь видеоадаптер с самым быстрым процессором и наиболее эффективной памятью, но плохой драйвер может свести на нет все эти преимущества.

Приложения DOS непосредственно управляют оборудованием видеотерминала, и обычно в их состав входят собственные драйверы для различных типов видеоадаптеров. Все приложения для Windows используют единый драйвер, установленный в самой операционной системе. (Поскольку только в таком случае приложения могут использовать обращения к функциям операционной системы для управления видеоадаптером.)

Видеодрайверы используются для поддержки процессора видеоадаптера. Несмотря на то, что видеоадаптеры поставляются изготовителем вместе с драйверами, иногда используются драйверы, поставляемые вместе с набором микросхем системной логики.

Большинство производителей видеоадаптеров и наборов микросхем системной логики имеют свои Web-серверы, где вы можете получить самые последние версии драйверов. Хотя может пригодиться драйвер, поставляемый вместе с набором микросхем системной логики, но лучше использовать драйверы, поставляемые производителем адаптера. Перед покупкой видеоадаптера рекомендую посетить Web-сервер производителя, и выяснить, какие драйверы имеются для данного конкретного адаптера. Частые модификации драйверов могут быть признаком их плохого качества. Хотя это может говорить о том, что компания реагирует на жалобы пользователей, и, тем не менее, это же может указывать, что оборудование ненадежно.

Видеодрайвер также обеспечивает интерфейс, который используется для настройки методов управления дисплеем, применяемых адаптером. Во вкладке Настройка (Settings) диалогового окна Свойства: Экран (Display: Properties) (рис. 8.8) системы Windows 98 приведены параметры монитора и используемый режим видеоадаптера. В этой же вкладке можно выбрать глубину (разрядность) цвета и разрешающую способность экрана. Драйвер можно настроить так, чтобы никто не мог выбрать параметры, которые не поддерживаются оборудованием. Например, чтобы нельзя было установить разрешающую способность 1024x768 при глубине цвета 24-разряда, если адаптер имеет память объемом всего лишь 1 Мбайт.

Когда вы щелкнете на кнопке Дополнительно (Advanced) во вкладке установки параметров, откроется диалоговое окно свойств вашего конкретного адаптера видеотерминала.

Содержимое этого диалогового окна зависит от драйвера и возможностей оборудования. Обычно, во вкладке Общие (General) этого диалогового окна вы можете установить размер шрифтов (большой или малый), наиболее подходящий, по вашему мнению, для выбранной вами разрешающей способности. Вы также можете поместить пиктограмму для открытия этого окна на панель задач Windows 98. Тогда для изменения параметров не нужно будет открывать панель управления.

Во вкладке Адаптер (Adapter) приведена подробная информация об адаптере и драйвере, установленных в системе. В этой же вкладке можно установить частоту регенерации для дисплея. Если адаптер имеет графический акселератор, то во вкладке Быстродействие (Performance) (рис. 8.9) будет расположен бегунок для управления функцией аппаратного ускорения.

Установка бегунка в крайнюю правую позицию полностью инициирует все аппаратные функции ускорения работы оборудования адаптера.

Перемещение бегунка с помощью мыши на одну позицию влево отключает аппаратное управление курсором в драйвере дисплея. Это эквивалентно добавлению директивы SWCursor=1 в раздел [Display] файла System.ini.

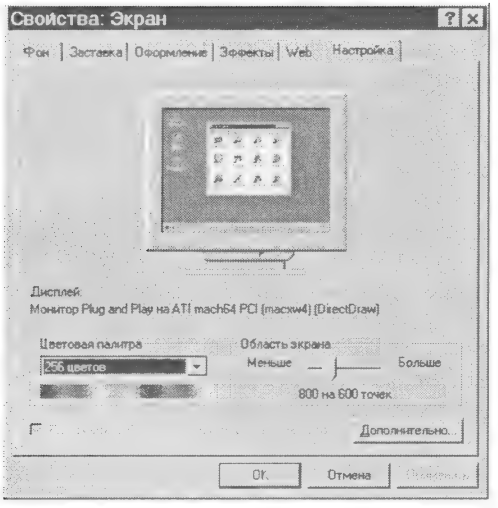


Рис. 8.8. С помощью Панели управления Windows 98, вы можете установить разрешающую способность экрана и глубину (разрядность) цвета

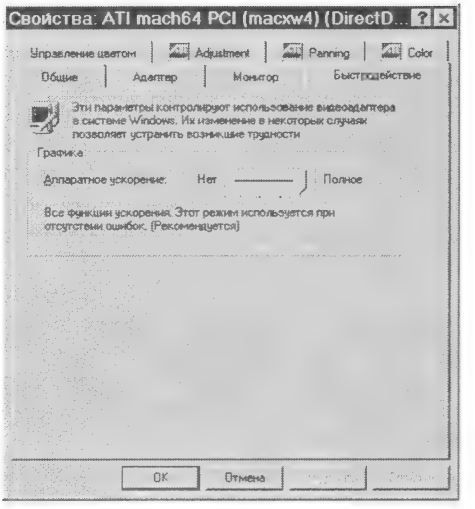


Рис. 8.9. Windows 98 выводит подробную информацию об адаптере видеотерминала и драйвере

При перемещении бегунка еще на одну позицию влево (ко второй отметке справа) в адаптере отключаются аппаратные функции перемещения блока битов. В некоторых драйверах при таком положении также отключается возможность отображения памяти при операциях ввода-вывода. Это эквивалентно добавлению директивы Mmio = 0 в раздел [Display] файла System.ini и директивы SafeMode = 1 в раздел [Windows] файла Win.ini (и ранее упомянутой директивы SWCursor).

Перемещение бегунка в позицию Нет (None) (самую крайнюю слева) эквивалентно добавлению директивы SafeMode = 2 в раздел [Windows] файла Win.ini. Это отключает все аппаратные функции ускорения — при выводе изображений операционная система может использовать только не зависящий от устройства механизм DIB, а не функции перемещения блоков битов. Этот режим следует использовать лишь в том случае, если компьютер часто зависает или вы часто получаете сообщения об ошибках из-за отсутствия страницы (invalid page fault error).

Видеоплаты для мультимедиа

Изображения являются одним из важнейших компонентов мультимедиа. В этом разделе будет рассказано об анимации, движущихся и неподвижных изображениях и их графической обработке.

С помощью компьютера можно рассчитывать промежуточные фазы движения объектов между ключевыми кадрами. Ключевые кадры соответствуют критическим фазам движения. Например, у прыгающего мяча три ключевых кадра: верхнее положение, нижнее и еще одно верхнее положение. Используя эти кадры как опорные точки, компьютер может сам сформировать все промежуточные изображения, и на экране появится плавно двигающийся прыгающий мяч.

Цены на вычислительную технику снижаются, и то, что раньше делалось только на дорогостоящих графических рабочих станциях, стало доступным владельцам персональных компьютеров. Большинство пользователей предпочитают трехмерную анимацию (3-D animation). Возможность выполнять упорядочение элементов сцены в трехмерном пространстве (по глубине) делает такие платы уникальными в своем классе. Благодаря этому на персональном компьютере можно получить трехмерные изображения с фотографическим качеством, причем по быстродействию такая система не уступает специализированным рабочим станциям среднего класса.

Разъемы VFC. Часто не обращают внимания на такую часть стандарта VGA, как *Video Feature Connector,* или *VFC.* Данная часть была реализована IBM еще в 1987. Это был 26-контактный разъем, который позволял подсоединять другие видеоплаты непосредственно к адаптеру VGA. К сожалению, этот стандарт был плохо документирован IBM и плохо реализован большинством изготовителей адаптеров VGA. Фактически, многие платы VGA вообще не удовлетворяли стандарту VFC. Без него можно было вполне обойтись, поскольку в то время имелось совсем немного мультимедийных программ. Сегодня существует множество типов дополнительных плат, помогающих реализовать полноценное видео, перехват кадров и сжатие видеосигнала.

К сожалению, помимо этого, с VFC были связаны и другие проблемы. Он имел низкую пропускную способность. Оригинальный адаптер VGA был разработан как 8-разрядный адаптер шины и функционировал при максимальной разрешающей способности, равной всего лишь 640x480 пикселей. Сегодня для применения большинства технологий, которые требуют передачи данных между адаптерами, например для полноценного видео, этого совершенно недостаточно.

В ноябре 1983 недостатки VFC были рассмотрены ассоциацией Video Electronics Standards Association (VESA), а через какое-то время были объявлены два новых стандарта: видеошины VESA Advanced Feature Connector (VAFC) и VESA Media Channel (VMC). Эти новые стандарты были разработаны с целью обеспечения совместимости и высокой пропускной способности для связанных мультимедийных адаптеров и видеоадаптеров. В результате принятия этих стандартов быстрыми темпами начали развиваться такие новые направления, как интерактивное видео, видеопрезентации, видеоконференции, а также появилась возможность создания аппаратуры для редактирования видеороликов.

Разъем *VESA Advanced Feature Connector* (*VAFC*) имеет значительно более высокую пропускную способность, чем VFC. В разъеме VAFC предусмотрены дополнительные сигналы для повышения надежности передачи данных. Пропускная способность VAFC равна 75 Мбайт/с при 16-разрядной передаче данных, и до 150 Мбайт/с — при 32-разрядной конфигурации.

К сожалению, несмотря на хорошие эксплуатационные показатели VAFC и совместимость с VFC, его реализация оказалась дорогостоящей, и он не был принят многими изготовителями видеоадаптеров.

VESA Media Channel (*VMC*) — выделенная мультимедийная шина, которая предназначена для создания независимых путей одновременной обработки нескольких высокоскоростных потоков видеоинформации. VMC не имеет недостатков, присущих другим шинам компьютера, включая ISA, EISA, MicroChannel, VL-Bus и PCI.

VESA Media Channel предназначена для прозрачного интегрирования видео и графики, не требующего обработки прерываний процессора или разрешения конфликтов при обращении к шине VESA. К 68-контактному разъему VESA Media Channel можно подключить кабель с несколькими отводами, к которому, в свою очередь, можно подсоединить до 15 устройств со скоростью передачи данных до 132 Мбайт/с. Например, система на основе VESA Media Channel может включать только декодер, только кодер или видеосистему с кодером и декодером. Это важно для таких приложений, как видеоконференции.

Совет

Если вы собираетесь на своем компьютере работать с видеоприложениями, для которых нужны дополнительные платы, например такие, которые позволяют осуществлять перехват кадров или MPEG-сжатие, выбирайте видеоадаптер с 68-контакным разъемом VMC. Если же на видеоадаптере имеется только 26-контактный разъем, значит, этот видеоадаптер совместим только со стандартом VFC. Для передачи сигналов с высокой скоростью в большинстве высокопроизводительных мультимедиа-адаптерах требуется разъем VMC.

Поскольку ни одна из вышеперечисленных спецификаций не стала промышленным стандартом внутренних видеоразъемов, некоторые изготовители вспомогательных видеоплат, например 3D-акселераторов и MPEG-декодеров, предусматривают возможность подключения своих изделий к стандартному разъему VGA.

Например, Diamond Monster 3D (и 3D II) работает *вместе со* стандартным 2D-видеоадаптером системы, а не *вместо* него. Для стандартного 2D-видеоадаптера не предусмотрен отдельный внутренний разъем — кабель для Diamond Monster 3D подключается к 2D-видеоадаптеру. Затем монитор подключается к разъему VGA на плате Diamond Monster 3D. Игры и любые другие приложения, которые поддерживают Diamond Monster 3D, могут обращаться к монитору прямо через шину PCI, и все сигналы, генерируемые 2D-видеоадаптером, проходят через плату Diamond Monster 3D и затем передаются на монитор.

Устройства формирования видеосигнала. Первые попытки обработать изображения были предприняты на телевидении. Но между телевизионными сигналами и сигналами в компьютерах имеются существенные различия. В США стандарты для цветного телевидения были введены в действие в 1953 году Национальным комитетом по телевизионным системам *NTSC* (*National Television System Committee*). Некоторые страны, например Япония, поддерживают этот стандарт, а в Европе были разработаны свои собственные стандарты: *PAL (Phase Alternate Line)* и *SECAM (SEquential Couleur Avec Memoire*). Различия между телевизионными стандартами приведены в табл. 8.15.

Таблица 8.15. Стандарты на телевизионные сигналы и видеосигналы в мониторах компьютеров

Стандарт	Год ввода в действие	Страна	Количество строк	Частота кадров, Гц
Телевизионный				
NTSC	1953 (цветной)	США, Япония	525	60
	1941 (черно-белый)			
PAL	1941	Англия, Голландия, Германия	625	50
SECAM	1962	Франция	625	25
Компьютерный				
VGA	1987	США	640x480*	72

** В данном случае под строками подразумевается количество точек по вертикали. Для преобразования VGA-изображения в телевизионный сигнал используются специальные схемы синхронизации.*

TV-адаптеры (конвертеры VGA/NTSC) позволяют на обычном телевизоре просматривать изображения, созданные компьютером, и записывать их на видеомагнитофон. Подобные устройства делятся на две категории: с полной "привязкой" (для взаимной синхронизации многих источников видеосигналов или телевизионных устройств и компьютера) или без таковой. Первые обеспечивают высокую стабильность сигналов; они необходимы, например, для качественной записи на ленту, однако при обычной демонстрации можно обойтись более простыми конвертерами.

Конвертеры выпускаются либо как встраиваемые платы, либо как отдельные устройства (для портативного компьютера). Такие внешние устройства не заменяют адаптер VGA, а подключаются к нему извне с помощью кабеля. Во встраиваемых конвертерах, помимо входного и выходного портов VGA, устанавливаются стандартные видеоразъемы.

Конвертеры обычно поддерживают телевизионные стандарты NTSC и PAL, а иногда и европейский стандарт PAL. Разрешение, отображаемое на экране телевизора и фиксируемое видеомагнитофоном, обычно ограничивается 640×480 пикселями. На платах могут устанавливаться схемы, позволяющие избавиться от дрожания картинки, которое возникает из-за различия в частотах кадровой синхронизации в телевизионном и VGA-стандарте.

Устройства перехвата изображения. С помощью устройств перехвата изображения можно запечатлеть отдельные кадры для дальнейшего просмотра и редактирования. Эти устройства подключаются через параллельный порт компьютера. Хотя качество изображения ограничено входным сигналом, оно довольно высокое. Эти устройства работают с 8-, 16- и 24-разрядными VGA-платами и принимают видеоизображения от устройств форматов VHS, Super VHS и Hi-8. Естественно, изображение, полученное от видеоисточников форматов Super VHS и Hi-8, более качественное.

Перехваченное изображение можно обработать в приложениях, которые предоставляют такие возможности, как редактирование изображения, конвертирование файлов, вырезание фрагмента изображения и др.

Использование нескольких мониторов. В Macintosh еще нескольких лет назад была предусмотрена возможность использования нескольких мониторов. Теперь такая возможность появилась и в Windows 98. Windows 98 допускает возможность использования до девяти мониторов (и видеоадаптеров), каждый из которых может отображать различное представление (вид) рабочего стола. Когда вы настраиваете Windows 98, операционная система создает в видеопамяти виртуальный рабочий стол (или дисплей), причем этот виртуальный дисплей может быть больше изображения, фактически отображаемого на одном мониторе. Вы можете использовать несколько мониторов, чтобы отобразить различные части виртуального рабочего стола, причем окна для различных приложений можно размещать на отдельных мониторах и перемещать их по желанию.

Конечно, для каждого монитора, подсоединяемого к системе, требуется собственный видеоадаптер. А поскольку вам едва ли удастся найти девять свободных разъемов на шине, то возможность подключения девяти мониторов к одному ПК реализовать практически невозможно. Однако даже два монитора могут существенно повысить вашу производительность.

При работе компьютера с несколькими мониторами (под управлением системы Windows 98) всегда есть один дисплей, который является первичным. Первичный дисплей может быть подключен практически к любому видеоадаптеру PCI VGA, который используется минидрайвером Windows 98. Дополнительные мониторы называются *вторичными*, и их можно подключить только к аппаратным средствам. Дополнительный монитор может быть подключен к одному из следующих видеоадаптеров:

- видеоадаптер серии S3-ViRGE;
- S3Trio-64V+;
- S3 Aurora;
- Cirrus 5436, 5446, 7548;
- ET6000;
- ATI Mach 64, Rage I, II;
- Imagine il28 (2).

Важно, чтобы компьютер правильно определил, какой из видеоадаптеров является первичным. Это — функция системной базовой системы ввода-вывода; если базовая система ввода-вывода вашего компьютера не позволяет выбрать первичный дисплей VGA, то тогда это решается на основании приоритета (порядка) слотов PCI в машине. Необходимо установить первичный адаптер в слот PCI с самым высоким приоритетом.

После установки оборудования можно настроить каждый монитор с помощью вкладки управления дисплеем. Первичный дисплей всегда отображает левый верхний угол виртуального рабочего стола, но дополнительные дисплеи можно (виртуально!) перемещать так, чтобы можно было увидеть любую область рабочего стола. Можете также установить разрешающую способность экрана и глубину (количество разрядов) цвета для каждого дисплея отдельно.

Платы Desktop Video (DTV). Телевизионные сигналы от какого-либо источника можно зарегистрировать в компьютере для их последующего воспроизведения и редактирования. Когда речь идет о регистрации телевизионного сигнала, приходится снова возвращаться к цифровому и аналоговому способам передачи и хранения информации. Наибольшее достоинство аналогового телевизионного сигнала — максимальное сжатие частотного диапазона для его передачи. Недостаток же заключается в том, что из-за высокой плотности информации нельзя редактировать изображения в процессе воспроизведения.

Для того чтобы записывать и сохранять телевизионные программы в виде файлов, нужны специальные устройства, называемые платами-преобразователями, TV-тюнерами, или платами захвата кадров.

С аналоговыми видеосигналами приходится иметь дело при использовании различных обучающих и развлекательных программ или энциклопедий, записанных на лазерных дисках. Работая с такой программой, вы заставляете ее подавать управляющие команды на проигрыватель компакт-дисков. При этом с самого диска в компьютер поступают телевизионные сигналы, которые в соответствующем конвертере преобразуются в формат, совместимый с VGA, и воспроизводятся на мониторе. Для приложений такого типа необходимы специальные аппаратные конвертеры NTSC/VGA.

При работе с телевизионными программами возникают определенные сложности. Во-первых, компьютер позволяет использовать более 16 млн цветов, а в стандарте NTSC их около 32 000. Невысокое качество цветопередачи до сих пор является недостатком мультимедиа. Во-вторых, изображения часто оказываются неустойчивыми или заполняют не весь экран. Это связано с тем, что отображаемые на экране телевизора движущиеся картинки формируются со скоростью 30 кадров в секунду, и компьютер просто не успевает их обрабатывать.

Обычная система отображения ПК разрабатывалась для вывода, в основном, статических изображений. Запись и считывание изображений связаны с обработкой файлов огромных размеров. Например, одна полноэкранная цветная картинка занимает около 2 Мбайт дискового пространства, а для записи телепрограммы продолжительностью всего в одну секунду потребуется 45 Мбайт (!). Кроме того, при передаче изображения в компьютер необходимо предварительно преобразовать аналоговый сигнал NTSC в цифровую форму. Внутри компьютера видеосигналы должны передаваться со скоростью, в 10 раз превышающей возможно-

сти обычной шины ISA. Следовательно, нужны не только хорошие видеоплата и монитор, но и шина PCI или AGP.

Поскольку файлы с телепрограммами (и изображениями) занимают на диске очень много места, их надо упаковывать (сжимать). Упаковка и распаковка используются при обработке как видео-, так и аудиоинформации. Упакованный (сжатый) файл занимает меньше места на диске, и, кроме того, благодаря меньшему объему данных он проще в обработке. При воспроизведении телепрограммы файл распаковывается.

Существует две разновидности систем упаковки/распаковки:

1. с использованием аппаратных средств;
2. с использованием только программных методов (аппаратно-независимые).

Быстродействие первых обычно выше, но их применение связано с установкой дополнительных устройств. Вторые представляют собой набор специализированных программ для упаковки и воспроизведения файлов, но их качество и коэффициент сжатия ниже. Существует два основных алгоритма работы систем упаковки/распаковки.

- *JPEG (Joint Photographic Experts Group).* Изначально этот алгоритм был разработан для неподвижных изображений, но впоследствии оказалось, что он подходит для упаковки и распаковки со скоростью, соответствующей телевизионной развертке (30 кадров в секунду). В соответствии с алгоритмом JPEG, исходный сигнал преобразуется в последовательность неподвижных изображений, которые затем можно отредактировать. При сжатии происходит частичная потеря информации, но этого можно избежать. Избыточные данные из каждого кадра удаляются (*внутрикадровое* сжатие). Средняя степень сжатия — 30:1 (от 20:1 до 40:1).
- *MPEG (Motion Pictures Experts Group).* Степень сжатия сама по себе приблизительно равна 30:1, но с помощью отбора опорных кадров ее можно довести до 100:1 и даже выше (иногда 200:1) при высокой скорости и качестве изображения. При *межкадровом* сжатии записываются только различия между двумя последовательными кадрами (приращения — положительные или отрицательные). Данный алгоритм нельзя использовать при моделировании или редактировании отдельных фаз движения. Алгоритм MPEG можно успешно реализовать программно и затем использовать программу в ПК на базе мощного процессора Pentium.

Если вы занимаетесь записью, упаковкой и воспроизведением изображений, вам понадобится пакет *Video for Windows (VFW)* или *Quicktime*. В пакет VFW входят три системы упаковки/распаковки.

- *Cinepak* (иногда ее называют еще *Compact Video Coded — CVC*). Работает медленнее, но качество и коэффициент сжатия выше, чем у Indeo.
- *Indeo*. Превосходит Cinepak по быстродействию, может работать в реальном времени, но для этого необходимо установить плату Smart Video фирмы Intel.
- *Microsoft Video 1*. Разработана фирмой MediaVision (MotiVE); переименована в *MS Video 1*. Файл упаковывается после записи изображения.

Многие другие бесплатные программы кодирования и декодирования устанавливаются во время инсталляции операционной системы. Во вкладке Устройства (Devices) диалогового окна Свойства: Мультимедиа (Multimedia: Properties) операционной системы Windows 98 (или во вкладке Advanced Windows 95) приводится список вышеуказанных (программных и аппаратных) средств (рис. 8.10).

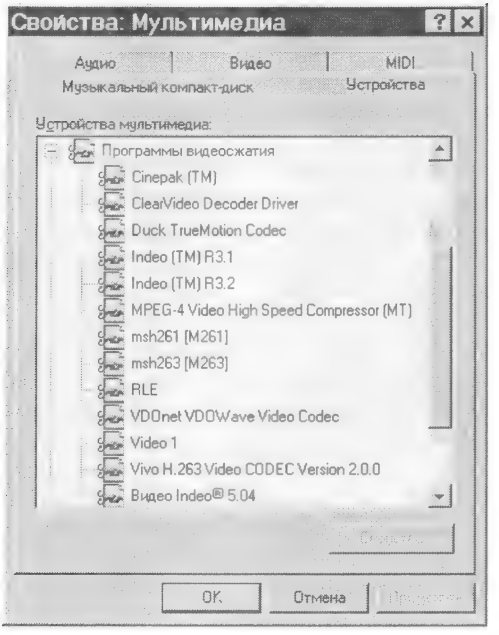


Рис. 8.10. В этой вкладке перечислены установленные в операционной системе Windows 98 средства сжатия видеоинформации

Для воспроизведения или записи изображения на специализированном компьютере для мультимедиа понадобятся дополнительные программные и аппаратные средства, приведенные ниже.

- Пакет программ для обработки изображений, например *QuickTime for Windows* фирмы Apple или *Video for Windows* фирмы Microsoft.
- Видеоплата для преобразования изображений в цифровую форму, сжатия и воспроизведения больших видеофайлов.
- Адаптер NTSC-VGA, осуществляющий прямое и обратное преобразование телевизионных и компьютерных видеосигналов, с выходом для записи на видеомагнитофон. В качестве источников изображения может использоваться телекамера, видеомагнитофон, телевизор или проигрыватель лазерного диска. Файлы с анимацией можно сохранять в нескольких форматах: AVI (Audio Video Interleave) — чередование звука и видео, FLI — анимационный файл с разрешением 200×300 пикселей, FLC — анимационный файл произвольного размера.

Подключать видеоустройства рекомендуется через разъем S-Video (S-VHS). При подключении через этот разъем обеспечивается более высокое качество изображения, благодаря тому, что для сигналов цвета и яркости предусмотрены отдельные тракты. При подключении через разъем другого типа эти сигналы будут смешаны (для передачи по единому тракту), что снизит качество изображения.

Получаемые файлы впоследствии можно будет вставить в различные демонстрационные программы, используя, например, пакет *Icon Author* фирмы AIMTECH или включить как объекты OLE в документы Word, Excel, Access и др.

Не так давно на рынке появились устройства, способные воспроизводить сигнал NTSC непосредственно на экране компьютера. На настольном компьютере, оснащенном соответствующим оборудованием, можно создать цифровое видео или многоцветное движущееся изображение, а также вставить титры или телевизионное изображение, сформированное программой.

Ускорители трехмерной графики (3-D Accelerator)

Изображения трехмерных объектов могут состоять из огромного количества элементов. В программах создания трехмерной графики используется технология, при которой хранятся в памяти и обрабатываются не сами изображения, а набор абстрактных графических элементов, составляющих их. До недавнего времени для преобразования этих абстрактных элементов в "живые" образы, помимо программ создания трехмерной графики, требовались специальные приложения. А это до крайней степени перегружало центральный процессор, и как следствие замедлялась не только визуальная производительность дисплея, но и работа всех остальных приложений. Однако новое поколение микросхем графических ускорителей, установленных на большинстве современных видеоплат, успешно решает эту проблему, беря на себя всю работу по расшифровке и выводу на экран изображений трехмерных объектов. Центральный процессор теперь менее загружен, и производительность системы повысилась.

Итак, главной функцией программ создания трехмерной графики является преобразование графических абстрактных объектов в те изображения, которые мы видим на экране компьютера. Обычно абстрактные объекты состоят из трех составляющих.

- *Вершины*. Задают местоположение объекта в трехмерном пространстве; само их положение задается координатами X, Y и Z.
- *Примитивы*. Это простые геометрические объекты, с помощью которых конструируются более сложные объекты. Их положение определяется положением их определяющих точек (обычно — вершин). Для конструирования изображений трехмерных объектов при построении примитивов учитывается также эффект перспективы.
- *Текстуры*. Это двумерные изображения, или поверхности, налагаемые на примитивы. Программное обеспечение усиливает эффект трехмерности, изменяя вид текстур в зависимости от положения примитива (т.е. расстояния до примитива и его наклона); этот процесс называется *перспективной коррекцией*. В некоторых приложениях используется другой процесс, называемый *отображением* (*картографированием*) *MIP*, при котором применяются различные версии одной и той же текстуры, которые содержат разное количество деталей (в зависимости от расстояния до объекта в трехмерном пространстве). При отображении удаляющихся объектов уменьшается насыщенность и яркость цветов текстуры.

Эти абстрактные математические описания должны быть *визуализированы*, т.е. преобразованы в видимую форму. Процедура визуализации основывается на жестко стандартизированных *функциях*, предназначенных для составления выводимого на экран целостного изображения из отдельных абстракций. Ниже перечислены две такие стандартные функции.

- *Геометризация*. Определение размеров, ориентации и расположения примитивов в пространстве и расчет влияния источников света.
- *Растеризация*. Преобразование примитивов в пиксели на экране с нанесением нужных затенений и текстур.

В современные видеоплаты, в которых графический процессор может выполнять функции ускорения трехмерной графики, встраиваются специальные электронные схемы, которые выполняют растеризацию гораздо быстрее, чем программное обеспечение. Ниже перечислены

функции растеризации, которые выполняет большинство современных наборов микросхем, предназначенных для этого.

- *Растровое преобразование.* Определение того, какие пиксели экрана покрываются каждым из примитивов.
- *Обработка полутонов.* Цветовое наполнение пикселей с плавными цветовыми переходами между объектами.
- *Образование текстуры.* Наложение на примитивы двумерных изображений и поверхностей.
- *Определение видимости поверхностей.* Определение пикселей, покрываемых ближайшими к зрителю объектами.
- *Анимация.* Быстрое и четкое переключение между последовательными кадрами движущегося изображения.

При аппаратно выполняемой визуализации достигается гораздо лучшее качество изображений и скорость анимации, чем при программной. Используя специальные драйверы, новые видеоплаты выполняют все нужные вычисления с неслыханной раньше скоростью. Для работы с приложениями трехмерной графики или современных игр это технологическое решение просто неоценимо.

Наборы микросхем системной логики для визуализации трехмерных объектов. Существует всего лишь горстка производителей "трехмерных" наборов микросхем системной логики (чипсетов), и огромное число производителей видеоадаптеров, которые используют их. В табл. 8.16 перечислены основные производители наборов микросхем системной логики для отображения трехмерных объектов; наборы микросхем системной логики, изготовляемые ими; видеоадаптеры, в которых они используются.

Таблица 8.16. Наборы микросхем системной логики для визуализации трехмерных объектов, их производители и платы, в которых они применяются

Производитель	Набор микросхем системной логики	Платы
3Dfx Interactive	Voodoo Graphics(3D only)	A-Trend Helios 3D
		Canopus Pure 3D
		Deltron Flash 3D
		Diamond Monster 3D
		Guillemot MAXI Gamer 3Dfx
		Orchid Righteous 3D
		Quantum 3D Obsidian series
		Skywell Magic 3D
3Dfx Interactive	Voodoo Rush (2D/3D)	California Graphics Emotion 3D
		Deltron Flash AT3D Rush
		Hercules Stingray 128/3D
		Intergraph Intense 3D
		Jazz Adrenaline Rush
		Viewtop Rush 3D
3D labs	Permedia 2 (2D/3D)	Creative G. B. Extreme
		Diamond FireGL 1000Pro

Окончание табл. 8.16

Производитель	Набор микросхем системной логики	Платы
Ati	RAGE PRO TURBO (2D/3D)	ALL-IN-WONDER PRO
		XPERT@PLAY 98
Ati	RAGE II+ (2D/3D)	3D XPRESSION+
Ati	3D RAGE II+ DVD (2D/3D)	3D PRO TURBO PC2TV
nVidia	RIVA 128(2D/3D)	ASUS 3D Explorer
		Canopus Total 3D 128V
		Diamond Viper330
		Elsa Erazor Victory
		STB Velocity 128
Rendition	Verite2100 (2D/3D)	Diamond Stealth S220
Rendition	Verite 2200 (2D/3D)	DSystems Gladiator
		Hercules Thriller 3D
		Jazz Outlaw 3D
S3	ViRGE (2D/3D)	Cardex Genesis SV
		Dataexpert Expertcolor DSV3325P
		Diamond Stealth 3D 2000 Pro
		Elsa Victory 3D
		Expert EVP ViRGE
		Genoa Phantom 3D
		Hercules Terminator 64/3D
		Number Nine 9FX Reality 332
		Orchid Fahrenheit Video3D
		STB Powergraph 64 3D
VideoLogic/NEC	PowerVR PCX2(3D only)	Matrox m3D
		VideoLogic 3Dx
		VideoLogic 5D
		VideoLogic 5D Sonic

Неисправности адаптеров и мониторов

Большинство проблем, связанных с графическими адаптерами и мониторами, решается довольно просто, но стоит это дорого, поскольку приходится заменять адаптер или монитор. Однако, прежде чем решиться на это, убедитесь, что других способов разрешения возникшей проблемы нет. Как ни странно, очень часто пользователи забывают настроить монитор, например контрастность и яркость, а таким образом может быть устранена одна из проблем. Кроме устройств для настройки контрастности и яркости, некоторые мониторы, например, фирмы NEC имеют регулировочный винт для настройки фокуса. Не стоит также забывать заглядывать в документацию и посещать Web-сервер изготовителя.

Стоимость современных плат такова, что их дешевле заменять, а не ремонтировать, тем более что добыть документацию к адаптеру и монитору удается далеко не всегда. Для большинст-

ва адаптеров и мониторов принципиальные схемы, перечни элементов, монтажные схемы и тому подобное найти просто невозможно. Во многих платах используется печатный монтаж, и на соответствующие инструменты для самостоятельного ремонта и подготовку рабочего места вы потратите много денег. Обычным паяльником за 25 долларов тут не обойтись!

Теперь поговорим о мониторах. Хотя иногда их заменяют целиком, они слишком дорого стоят для того, чтобы их просто выбросить. Сначала убедитесь в том, что неисправен именно монитор. Это можно сделать, подключив вместо него заведомо исправный. После этого свяжитесь с ближайшим сервисным центром фирмы-производителя. Ремонтом мониторов часто занимаются и небольшие специализированные фирмы, услуги которых обычно дешевле фирменного сервиса.

Кабель монитора иногда может быть источником проблем. Согнутый штырь в разъеме DB-15, в который включается видеоадаптер, может привести к тому, что экран не будет включаться. Согнутый штырь можно выправить плоскогубцами, но если штырь сломан или разъем поврежден как-нибудь иначе, нужно заменить кабель. У некоторых мониторов кабель легко отсоединяется.

Самостоятельно отремонтировать монитор практически невозможно. Во-первых, вскрыв корпус цветного монитора, вы рискуете получить удар током (на некоторых участках схем внутри монитора напряжение достигает несколько тысяч вольт). Во-вторых, необходимой документации у вас, скорее всего, не найдется. Без подробных электрических схем, монтажных схем отдельных плат и перечня элементов даже опытный техник не сможет найти неисправность и отремонтировать прибор.

Внимание

Не пытайтесь отремонтировать монитор самостоятельно. Прикосновение к высоковольтным цепям может оказаться смертельным. Иногда высокое напряжение на отдельных участках схемы сохраняется в течение нескольких часов и даже дней после отключения питания. Опытные техники сначала разряжают ЭЛТ (кинескоп) и высоковольтные конденсаторы.

В большинстве моделей мониторов можно выполнять простейшую настройку. Тонкая настройка цветного монитора — дело непростое, особенно если у вас нет соответствующего опыта. Даже персонал сервисных центров часто не имеет необходимой для этого документации. Обычно они заменяют неисправный аппарат, а ремонтируют его уже в специализированной мастерской или на заводе. Не покупайте монитор, который не сможете отремонтировать или заменить.

Еще одна причина, по которой стоит обращаться непосредственно к фирме-производителю, заключается в том, что там обычно собирают все сведения о неисправностях и отказах аппаратуры.

Однажды неприятная история произошла с моим дисплеем IBM 8513. Через какое-то время после покупки у него нарушилась фокусировка луча. Открыв крышку, я подстроил фокусировку, но вскоре все повторилось. Оказалось, что в мониторе были использованы детали, параметры которых со временем изменялись. Обратившись на фирму, я выяснил, что мониторы с таким дефектом можно заменить бесплатно.

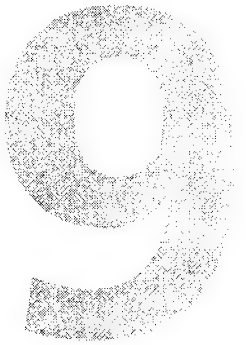
Запомните, что большинство неполадок в системе отображения связано не с неисправностью аппаратуры, а с неправильной настройкой программных драйверов. Так что первое, что нужно сделать при обнаружении сбоев в работе системы, — обратиться к производителю или его представителю и проверить, та ли версия драйвера установлена в системе и правильно ли он настроен.

DisplayMate

Для тщательного тестирования монитора и видеоадаптера служит программа DisplayMate. Причем она может быть использована при тестировании не только монитора, но и видеосистемы в целом. С ее помощью можно проверить качество системы сведения лучей (фокусировку), систему центрирования, настройку яркости и контрастности, отсутствие искажений, а также качество отображения цветов. Поэтому при покупке монитора я рекомендую проверять его с помощью этой программы.

Проверка видеоадаптера с помощью этой программы состоит в определении производительности, а также в его испытании во всех возможных режимах (при всех поддерживаемых разрешающих способностях).

Глава 9
Аудиоаппаратура



Одна из проблем первых персональных компьютеров состояла в отсутствии хорошей поддержки звука. Звук генерировал крошечный динамик, способный издавать лишь писк. На время принятия в 1981 году PC-стандарта возможности компьютеров были ограничены. Системы, разработанные позднее (например, Macintosh, который дебютировал в 1984 году), уже имели встроенные высококачественные звуковые устройства. На сегодняшний день не существует универсального стандарта звукового аппаратного и программного обеспечения для IBM-совместимых систем, однако расширяемые платформы ПК позволяют легко добавить плату, обеспечивающую звук, а для этих плат стандарты уже разработаны. В данной главе рассказывается именно о таких платах и о том, как они устанавливаются и работают.

Использование звуковых плат

Сначала звуковые платы использовались только для игр. В конце 80-х годов несколько компаний (AdLib, Roland и Creative Labs) представили свои продукты. В 1989 году фирма Creative Labs выпустила стереозвуковую плату Game Blaster, предназначенную для использования вместе с некоторыми играми. Но у большинства покупателей возникал вопрос: "Зачем платить 100 долларов за устройство, которое озвучивает 50-долларовую игрушку?". Кроме того, из-за отсутствия стандартов приобретенная плата могла оказаться совершенно бесполезной для других игр.

Замечание

Примерно в то же время для персональных компьютеров стал доступен интерфейс MIDI (Musical Instrument Digital Interface — цифровой музыкально-инструментальный интерфейс), однако он использовался только для специализированных записывающих приложений.

Через несколько месяцев после появления Game Blaster фирма Creative Labs представила новую звуковую плату Sound Blaster, совместимую с AdLib и самой Game Blaster. В ней были предусмотрены вход для микрофона и интерфейс музыкальных инструментов MIDI — для подключения к компьютеру музыкального синтезатора. Кроме того, эту звуковую плату можно было использовать не только для игр.

К сожалению, не существует единого стандарта на звуковые платы. Как это обычно бывает в компьютерной индустрии, стандарт устанавливает фирма, занимающая лидирующее положение в разработке и изготовлении той или иной продукции. Такой стандарт называется *стандартом де-факто*. Например, командный и графический языки принтеров Hewlett-Packard были признаны стандартом де-факто лишь потому, что было продано огромное количество этих принтеров и их поддерживало большинство программ. Другие производители стремились делать свои принтеры, эмулируя принтеры Hewlett-Packard, чтобы те не требовали своих собственных команд, а использовали команды и драйверы принтеров Hewl-

ett-Packard. Все, по существу, основывается на популярности. Невзирая на существование других стандартов, стандарт Hewlett-Packard поддерживается большинством IBM-совместимых принтеров.

В течение последних лет ведущие производители звуковых плат борются между собой за лидерство. Сегодня, несомненно, лидирует фирма Creative Labs, и ее изделия являются стандартом де-факто. Поэтому большинство звуковых плат других производителей эмулируют плату Sound Blaster, и многие программы, использующие звук, применяют ее интерфейс и драйверы.

Звуковые платы позволяют выполнять следующее.

- Добавлять стереозвук к развлекательным (игровым) программам.
- Увеличивать эффективность образовательных программ (для маленьких детей).
- Добавлять звуковые эффекты в демонстрационные и обучающие программы.
- Создавать музыку с помощью аппаратных и программных средств MIDI.
- Добавлять в файлы звуковые комментарии.
- Добавлять звуковые эффекты к событиям операционной системы.
- Выполнять звуковое воспроизведение текста.
- Подавать компьютеру голосовые команды.
- Проигрывать аудиокомпакт-диски.

Игры

Первоначально звуковые платы разрабатывались для игр, поэтому в большинстве из них есть разъем для подключения джойстика. Кстати, это может стать причиной конфликта, поскольку другие платы, например плата ввода-вывода наряду с последовательными и параллельными содержат и игровой порт. Конфликт может возникнуть из-за того, что почти все игровые порты используют одинаковые адреса ввода-вывода. Поэтому лучше использовать игровой порт на звуковой плате, а остальные отключать.

При использовании звуковой платы игра приобретает как бы новое измерение. Звук повышает уровень реальности, недостижимый даже при превосходной графике. Например, в некоторых играх используется человеческая речь. Вдобавок к реалистичным звукам и эффектам игры имеют особое музыкальное сопровождение.

Мультимедиа

Наличие звуковой платы является обязательным условием создания мультимедиа-компьютера (Multimedia PC — MPC). Что такое мультимедиа? Это понятие охватывает целый ряд компьютерных технологий, связанных с аудио, видео и способами их хранения. В самых общих чертах, мультимедиа — это возможность объединить изображение, звук и данные. В основном, мультимедиа подразумевает добавление к компьютеру звуковой платы и накопителя CD-ROM.

Для принятия стандартов, касающихся мультимедиа-компьютеров, компанией Microsoft был создан Маркетинговый совет по компьютерам для мультимедиа (Multimedia PC Marketing Council). Этой организацией было создано несколько MPC-стандартов, эмблемы и торговые знаки которых разрешалось использовать производителям, продукция которых соответствует требованиям данных стандартов. Это позволило создавать совместимые аппаратные и программные продукты в области мультимедиа для IBM-совместимых систем.

Недавно Маркетинговый совет по компьютерам для мультимедиа (MPC Marketing Council) передал свои полномочия группе Software Publishers Association's Multimedia PC Working Group. В нее вошло много организаций — членов совета, и теперь она является законодателем всех MPC-спецификаций. Первое, что сделала эта группа, — приняла новые MPC-стандарты.

Советом было разработано два первых мультимедиа-стандарта, называемых *MPC Level 1* и *MPC Level 2*. В июне 1995 года, после создания группы Software Publishers Association (SPA), эти стандарты были дополнены третьим — *MPC Level 3*. Данный стандарт определяет минимальные требования к мультимедиа-компьютеру (табл. 9.1).

Таблица 9.1. Стандарты мультимедиа

	MPC Level 1	MPC Level 2	MPC Level 3
Процессор	16 МГц 386SX	25 МГц 486SX	75 МГц Pentium
ОЗУ	2 Мбайт	4 Мбайт	8 Мбайт
Жесткий диск	30 Мбайт	160 Мбайт	540 Мбайт
Накопитель на гибких дисках	3,5-дюймовый на 1,44 Мбайт	3,5-дюймовый на 1,44 Мбайт	3,5-дюймовый на 1,44 Мбайт
Накопитель CD-ROM	Однократная скорость	Двойная скорость	Учетверенная скорость
Звук	8 бит	16 бит	16 бит
Разрешение адаптера VGA	640×480, 16 цветов	640×480, 65536 цветов	640×480, 65536 цветов
Порты ввода-вывода	Последовательный, параллельный, игровой, MIDI	Последовательный, параллельный, игровой, MIDI	Последовательный, параллельный, игровой, MIDI
Программное обеспечение	Microsoft Windows 3.1	Microsoft Windows 3.1	Microsoft Windows 3.1
Дата принятия	1990 год	Май 1993 года	Июнь 1995 года

В спецификации MPC-3 определен лишь минимум, который на сегодняшний день нужен любой мультимедийной системе, поэтому советуем вам улучшить некоторые характеристики, в частности размер памяти и жесткого диска, а также возможности видео. Несмотря на то, что о динамиках в MPC-спецификации ничего не сказано, они необходимы для воспроизведения звука.

Звуковые файлы

Для хранения аудиозаписей на персональном компьютере используются файлы двух основных типов. В файлах первого типа, называемых (обычными) звуковыми файлами, используются форматы WAV, VOC, AU и AIFF. Звуковой файл содержит данные о форме волны; это означает, что эти файлы представляют собой запись аналоговых аудиосигналов в цифровой форме, пригодной для хранения на компьютере. Так же, как и графические изображения с различными разрешающими способностями, можно хранить звуковые файлы, которые представляют собой записи различного качества. По умолчанию определены три уровня качества записи звуков, используемые в Windows 9x. Они приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2. Стандарты качества записи и воспроизведения звука в Windows 9x

Качество	Частота	Канал	Объем
Телефонная линия	11 025 Hz	8-разрядный моно	11 Кбайт/сек
Радиотрансляция	22 050 Hz	8-разрядный моно	22 Кбайт/сек
Запись с компакт-диска	44 100 Hz	16-разрядный стерео	172 Кбайт/сек

Как видно из таблицы, размер файла существенно зависит от качества записи. При качестве записи с компакт-диска файл может занять огромный объем дискового пространства. При таком качестве для записи только 60 секунд аудиозаписи требовалось бы 10 Мбайт памяти. Но для многих приложений достаточно качество телефонной линии, при этом генерируется файл намного меньшего объема.

Файлы MIDI

Второй тип аудиофайла — файл MIDI, который настолько же отличается от WAV, как векторный рисунок от растра. Файлы MIDI имеют расширение MID или RMI, являются полностью цифровыми файлами, которые содержат не запись звука, а команды, используемые аудиооборудованием для создания звука. Подобно тому, как по командам видеоадаптеры создают изображения трехмерных объектов, звуковые платы MIDI используют файлы MIDI, чтобы синтезировать музыку.

MIDI — мощный язык программирования, получивший распространение в 80-х годах, который был разработан специально для электронных музыкальных инструментов. Стандарт MIDI стал новым словом в области электронной музыки. С помощью MIDI можно создавать, записывать, редактировать и воспроизводить музыкальные файлы на персональном компьютере или на MIDI-совместимом электронном музыкальном инструменте (обычно называемом синтезатором), подключенном к компьютеру.

В отличие от других типов звуковых файлов, для файлов MIDI требуется относительно небольшой объем пространства на диске. Для записи часа стереомузыки, хранимой в формате MIDI, требуется меньше чем 500 Кбайт. Во многих играх используются запись звуков в формате MIDI, а не записи дискретизированного аналогового сигнала.

Файл MIDI — фактически цифровое представление музыкальной партитуры. Оно составлено из нескольких выделенных каналов, каждый из которых представляет различный музыкальный документ или тип звука. В каждом канале определяются частоты и продолжительность звучания нот, которые будут проиграны инструментом, точно так же как нотная запись. Таким образом, файл MIDI для струнного квартета содержит четыре канала, которые представляют две скрипки, альт и виолончель.

Замечание

Файлы MIDI не предназначены для замены звуковых файлов типа WAV. Самый большой дефект технологии MIDI состоит в том, что можно воспроизводить только те звуки, которые предусмотрены в синтезаторе. Наиболее очевидный недостаток состоит в том, что с помощью файлов MIDI нельзя создать голоса (если не принимать во внимание эффект хора, предусмотренный в синтезаторах).

Все три спецификации MPC предусматривают поддержку MIDI во всех звуковых платах. Стандарт General MIDI, поддерживаемый большинством звуковых плат, предусматривает до 16 каналов в единственном файле MIDI, но это не обязательно ограничивает вас 16 инструментами. Один канал может представлять звук группы инструментов; таким образом, можно синтезировать полный оркестр.

Поскольку файл MIDI состоит из цифровых команд, его редактировать намного легче, чем звуковой файл типа WAV. Соответствующее программное обеспечение позволяет выбирать любой канал MIDI, записывать ноты, а также добавлять различные эффекты.

Некоторые пакеты программ могут даже производить запись музыки в файле MIDI, используя стандартную музыкальную систему обозначений. Композитор может записывать музыку непосредственно на компьютере, редактировать ее при необходимости, а затем распечатать ноты для музыкантов. Это очень удобно для профессиональных музыкантов, которые вынуждены были тратить много времени на переписывание нот.

Проигрывание файлов MIDI. Когда вы запускаете файл MIDI на персональном компьютере, вы не воспроизводите запись. ПК фактически создает музыку по записанным командам. Чтобы сделать это, в компьютере должен быть установлен синтезатор, а каждая звуковая плата MIDI его имеет. Поскольку система читает файл MIDI, синтезатор генерирует соответствующий звук для каждого канала, используя команды в файле, чтобы придать нужный тон и длительность звучанию нот. Для моделирования звука определенного музыкального инструмента синтезатор использует предопределенный образец. Образец — набор команд, которые синтезатор использует для создания звука, подобного воспроизводимому конкретным инструментом. Вы можете задать темп проигрывания музыки и установить громкость в программном обеспечении MIDI-проигрывателя.

Синтезатор на звуковой плате подобен электронному клавишному синтезатору, но его возможности более ограничены. В соответствии со спецификацией MPC звуковая плата должна иметь частотный синтезатор, который может одновременно проиграть, по крайней мере, шесть мелодичных нот и две ударные (перкуссивные).

Частотный синтез. Большинство звуковых плат генерирует звуки, используя частотный синтезатор; эта технология была разработана еще в 1976 году. Используя одну синусоидальную волну для изменения другой, частотный синтезатор создает искусственный звук, который напоминает звук определенного инструмента. В стандарте MIDI определен набор предварительно запрограммированных звуков, которые можно проиграть с помощью большинства инструментов.

В настоящее время в некоторых частотных синтезаторах используются четыре волны, и звуки, воспроизводимые частотным синтезатором, могут звучать вполне нормально, но все-таки их звучание несколько искусственное. Синтезируемый звук трубы, например, несомненно, подобен звучанию трубы, но его никто и никогда не признает за звук настоящей трубы.

Таблично-волновой синтез. В настоящее время все меньшее количество устройств использует частотный синтез, потому что даже в лучшем случае воспроизводимый звук не полностью совпадает с реальным звучанием музыкального инструмента. Недорогая технология более реалистичного звучания была разработана корпорацией Ensoniq в 1984 году.

Технология фирмы Ensoniq предусматривает запись звучания любого инструмента (включая фортепьяно, скрипки, гитары, флейты, трубы и барабаны) и сохранение оцифрованного звука в специальной таблице. Эта таблица записывается или в микросхемы ПЗУ или на диск, а звуковая плата при необходимости может из таблицы извлекать оцифрованный звук нужного инструмента. Вскоре после создания этой технологии и другие изготовители вместо частотных синтезаторов стали применять таблично-волновые.

Таблично-волновой синтезатор может выбрать инструмент, заставить звучать единственную нужную ноту и при необходимости изменить ее частоту (т.е. воспроизвести заданную ноту из нужной октавы). В некоторых адаптерах для улучшения воспроизведения звука используются несколько образцов звучания того же самого инструмента. Самая высокая нота на фортепьяно отличается от самой низкой не только высотой тона, и потому для более реалистического звучания нужно выбрать образец, наиболее близкий (по высоте тона) к синтезируемой ноте.

Таким образом, от размера таблицы в значительной степени зависит качество и разнообразие звуков, которые может воспроизводить синтезатор. Лучшие качественные табличноволновые адаптеры обычно имеют на плате память объемом в несколько мегабайтов для хранения образцов. В некоторых из них предусмотрена возможность подключения дополнительных плат для установки дополнительной памяти и записи образцов звуков в таблицу в соответствии с вашим вкусом.

Подключение других устройств к разъему MIDI. Интерфейс MIDI звуковой платы можно использовать также для подключения электронных инструментов, генераторов звуков, барабанов и других устройств MIDI к компьютеру. Вы сможете тогда проигрывать MIDI-

файлы, используя ваш высококачественный музыкальный синтезатор, а не синтезатор звуковой платы, а также создавать ваши собственные MIDI-файлы, проигрывая ноты на специальной клавиатуре. Правильно подобрав программное обеспечение, вы можете сочинить всю симфонию на ПК типа IBM PC, записывая ноты каждого инструмента отдельно в собственный канал, а затем воспроизводя все каналы вместе. Многие профессиональные музыканты и композиторы используют MIDI-устройства для сочинения музыки прямо на компьютерах, т.е. вовсе обходятся без традиционных инструментов.

Некоторые изготовители предлагают также MIDI-платы с высоким качеством звучания, которые могут работать в двунаправленном режиме, т.е. они могут воспроизводить предварительно записанные звуковые дорожки во время записи новой дорожки в тот же самый MIDI-файл. Еще несколько лет назад это можно было сделать только в студии на профессиональном оборудовании, стоившим сотни тысяч долларов.

Чтобы подключить MIDI-устройство к персональному компьютеру, нужен звуковой адаптер, который имеет MIDI-порты. MIDI-устройства подключаются к двум круглым 5-контактным разъемам DIN (рис. 9.1). Эти разъемы используются для входных (MIDI-IN) и выходных сигналов (MIDI-OUT). Многие устройства также имеют порт MIDI-THRU, который передает сигналы, поступающие на вход устройства, непосредственно на его выход, но звуковые платы, как правило, такого порта не имеют. Интересно, что в соответствии со стандартом MIDI, данные передаются только через контакты 1 и 3 разъема. Штырек 2 экранирован, а контакты 4 и 5 не используются.

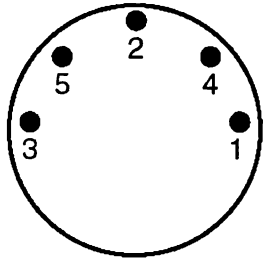


Рис. 9.1. В MIDI-устройствах предусмотрено два или три 5-контактных разъемов DIN

Основная функция интерфейса MIDI звуковой платы состоит в конвертировании (преобразовании) потока байтов (т.е. параллельно поступающих 8 битов) данных, поступающих от системной шины компьютера, в последовательный поток данных в формате MIDI. В MIDI-устройствах используются асинхронные последовательные порты, работающие на скорости 31,25 Кбод. При обмене данными в соответствии со стандартом MIDI используются 8 информационных разрядов, с одним стартовым и одним стоповым битом, причем на последовательную передачу одного байта затрачивается 320 микросекунд.

Замечание

Вы самые современные спецификации стандарта MIDI, можете получить за небольшую плату по адресу: International MIDI Association, 23634 Emelita Street, Woodland Hills, California 91367 USA.

В соответствии со стандартом MIDI сигналы передаются по специальной неэкранированной витой паре, которая может иметь максимальную длину до 50 футов (хотя большинство продаваемых кабелей имеют длину 10 или 20 футов). С помощью шлейфа можно также подключить несколько MIDI-устройств, чтобы объединить их возможности. Полная длина це-

почки MIDI-устройств не ограничена, но длина каждого отдельного кабеля не должна превышать 50 футов.

Многие звуковые платы непосредственно на плате портов MIDI не имеют. Вместо этого у них есть отдельный разъем, который подключается к игровому порту адаптера и именно через этот разъем можно подключиться к MIDI-портам. К сожалению, этот разъем редко поставляется вместе с адаптером. Его приходится покупать отдельно у изготовителя.

Программное обеспечение для MIDI-устройств. В Windows 9*x* имеется приложение Универсальный проигрыватель (Media Player), которое позволяет проигрывать MIDI-файлы. Чтобы использовать все возможности MIDI, рекомендуется приобрести специализированное программное обеспечение для выполнения различных операций редактирования MIDI-файлов (задание темпа проигрывания, вырезания, а также вставки различной предварительно записанной музыки).

Многие звуковые платы поставляются вместе с программами, в которых предусмотрены некоторые возможности редактирования MIDI-файлов. Кроме того, многие бесплатные и условно-бесплатные инструментальные средства (программы) свободно распространяются через Internet, но действительно мощное программное обеспечение, которое позволяет создавать и редактировать MIDI-файлы, приходится покупать отдельно.

Презентации

Сочетание компьютерной графики, анимации и звука является более впечатляющим и менее дорогим способом рекламы, чем показ слайдов. Звуковая плата может оживить любую презентацию или урок в классе.

Уже выпущено довольно много презентационных и обучающих программ. Для создания своего шоу совсем не обязательно быть программистом. Даже такой популярный пакет, как PowerPoint, позволяет включать в презентационные файлы звуковые и анимационные фрагменты.

Некоторые презентационные пакеты поддерживают MIDI. С их помощью можно "привязывать" звук к другим программным объектам. Например, при показе нового товара можно воспроизвести бурные аплодисменты, используя звук со звукового компакт-диска или библиотеки видео- и аудиоклипов, которые обычно входят в пакеты создания презентаций.

Звуковая плата облегчает восприятие многих обучающих программ. Разработчики пока делают лишь первые шаги в этом направлении. Многие производители выпускают CD-версии своих продуктов, и в таких версиях оперативная справка часто сопровождается анимацией и музыкой.

Сегодня многие портативные компьютеры имеют встроенные звуковые платы с динамиками и накопителями CD-ROM. Существуют также внешние звуковые платы и накопители CD-ROM, которые подключаются к портативному компьютеру через параллельный порт. И, наконец, на рынке звуковых плат предлагаются звуковые PCMCIA-платы.

Звук также нашел место на World Wide Web. Из-за их относительно небольшого размера, MIDI-файлы — превосходный формат для обеспечения фоновой музыки во время посещения Web-сервера. Броская мелодия может помочь выделить и запомнить конкретный сайт из множества других, которые они видят каждый день.

Запись

Практически на всех звуковых платах устанавливается входной разъем. Подключив к нему микрофон, вы можете записать свой голос. С помощью программы Sound Recorder в Windows можно воспроизвести, отредактировать и записать звуковой файл в специальном формате WAV. Из окна `Control Panel` (`Панель управления`) можно назначить определенным событиям звуковое сопровождение, связывая их с конкретными WAV-файлами (рис. 9.2). Например, я всегда усмехаюсь, когда из моего компьютера при выходе из Windows доносится шум воды в унитазе.

Записывая разные звуки, можно создавать и использовать собственные WAV-файлы. Операционная система Windows также содержит готовый набор WAV-файлов.

Вы можете найти аудиофайлы (включая WAV-файлы) по адресам: **http://wav-emporium.forsite.net/** и **http://www.wavecentral.com/**, или скопировать их с компакт-диска.

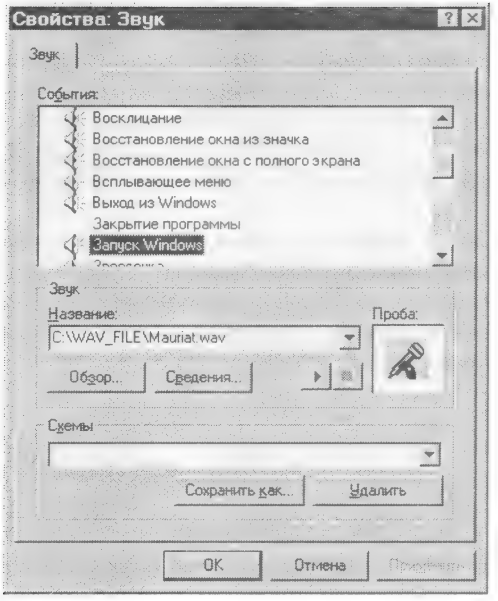


Рис. 9.2. В Windows 95 можно назначить звуковое сопровождение к различным событиям

Речевые комментарии

В WAV-файлы можно записать сообщения и затем вставить их в документы и электронные таблицы Windows. Например, бизнесмен, взяв микрофон, может прокомментировать контракт или дать соответствующие инструкции своему секретарю. Такое сообщение называется *речевой аннотацией*. Его удобно рассматривать как словесный постскриптум.

Таким способом можно ввести комментарии, предложения или вопросы в документ и отослать его коллеге. Для этого в Windows-приложении, которое вы используете, должен быть предусмотрен механизм связывания и внедрения объектов — OLE (Object Linking and Embedding).

Представьте, что вы редактируете рабочий лист в пакете Excel и хотите вставить комментарий после итога, который выглядит сомнительно. Укажите мышью на следующую после итоговой ячейку, а затем выберите `Insert⇨Object⇨Sound` (`Вставка⇨Объект⇨Звукозапись`). Щелкните на кнопке `Record` (`Запись`) и начинайте говорить в микрофон.

Распознавание речи

Некоторые звуковые платы поддерживают распознавание речи. Вы можете заставить распознавать речь и вашу плату, но для этого вам понадобится дополнительное программное обеспечение. Хотя технология распознавания речи пока несовершенна, уже сегодня предлагается программное обеспечение, которое позволяет отдавать компьютеру команды голосом и даже диктовать ему тексты, которые раньше пришлось бы набирать.

Программное обеспечение для голосового управления компьютером. Такое применение речевого интерфейса более простое, поскольку программное обеспечение должно распознавать только слова из ограниченного набора слов (словаря). Этот тип программного обеспечения позволяет с помощью команд, подаваемых голосом, вызывать необходимые приложения, открывать файлы и необходимые диалоговые окна.

Для среднего пользователя приложения этого типа имеют сомнительное значение. В течение некоторого времени фирма Compaq поставляла компьютеры с микрофоном и приложением этого типа, причем стоимость самого приложения была очень низка. Наблюдать за множеством пользователей в офисе, говорящих с их компьютерами, было, конечно, интересно, но эксперимент показал, что фактически производительность не увеличилась, а много времени было потрачено впустую, поскольку пользователи вынуждены экспериментировать с программным обеспечением, и, кроме того, в офисе стало более шумно.

Однако для пользователей, у которых способность использовать клавиатуру ограничена, программное обеспечение этого типа может представлять определенный интерес. По этой причине необходимо и дальше развивать технологию распознавания речи.

> **Замечание**
>
> Возможности программ такого рода по необходимости должны быть ограничены. В противном случае, представьте себе, что случится, если кто-нибудь, проходя мимо вашего компьютера, ненароком скажет „Format C!", а система выполнит эту команду!

Программное обеспечение, позволяющее диктовать тексты. Другой тип программного обеспечения распознавания речи гораздо более сложный. Преобразование речи в текст — необычно трудная задача, прежде всего из-за различий в речевых моделях разных людей. По этой причине почти все программное обеспечение этого типа (а также некоторые приложения для подачи команд голосом) предусматривает этап "обучения", чтобы научиться понимать голос конкретного пользователя. В процессе такого обучения пользователь должен читать текст (или слова), выводимые программным обеспечением на экран компьютера. И поскольку программное обеспечение, как предполагается, заранее "знает, что вы говорите", это помогает ему адаптироваться к вашей манере речи.

В результате проведенных экспериментов оказалось, что качество распознавания сильно зависит от индивидуальных особенностей речи. Я слышал, что одни люди способны надиктовать целые страницы текста, и при этом не прикоснуться к клавиатуре, в то время как другие утверждают, что исправление множества ошибок значительно больше затрудняет их, чем печатание текста вручную.

Технология распознавания речи все еще несовершенна и чувствительна к изменениям в голосе человека. Болезнь и напряжение может так изменить голос человека, что большинство программ распознавания голоса просто не узнают "своего" пользователя. Кроме того, для распознавания речи необходим быстродействующий компьютер, по крайней мере Pentium, чтобы программы "не отставали" от вашей речи. Однако успехи в этой технологии могут привести к тому, что мы будем управлять вычислительными машинами с помощью речи, а не с помощью печатания.

Конференц-связь

Одно из самых новых приложений в мире мультимедиа — телевизионная и звуковая конференц-связь по сети Internet. Для установления такой связи существует множество приложений: от программ двухточечной связи, таких как телефон Internet VocalTec's Internet Phone, до пакетов с многопользовательской конференц-связью, таких как NetMeeting фирмы Microsoft. Другие приложения, такие как RealNetworks' Real Player могут воспроизводить аудиозаписи (с видео или без) во время получения соответствующих файлов по Internet.

Для работы всех этих приложений необходимым условием является наличие звуковой платы. В зависимости от скоростных характеристик вашего подключения к Internet, используется необходимая технология сжатия данных, а также возможность передачи видеоинформации наряду с аудио и устанавливается подходящее качество звука.

Как и распознавание речи, это все еще "юная" технология. При скорости передачи информации 33,6 Кбит/с по модему (часто эта скорость меньше 33,6 Кбит/с), однонаправленный аудио- и телевизионный сеанс осуществляется более-менее сносно, но при дуплексной связи, даже когда передается только аудиоинформация, зачастую пропускаются слова. Однако по мере внедрения более высокоскоростной (и более устойчивой) связи по Internet и лучших методов сжатия данных проведение аудио- и видеоконференций, вероятно, станет таким же популярным, как и обычные разговоры по телефону.

Звуковое воспроизведение текста

Звуковые платы можно использовать в качестве "чтецов" или "дикторов". Существующие программы преобразования текста позволяют прочесть вслух список чисел или простой текст. Такие программы, поставляемые со звуковой платой, могут "произносить" выделенные слова и даже весь файл целиком.

Они могут оказать вам неоценимую помощь. Например, вы можете вспомнить правильное произношение забытых слов или сложных оборотов, сравнить текст или числовые данные, не глядя на монитор. Занимаясь другими делами, вы можете прослушать сообщения, поступившие по электронной почте.

Аудиокомпакт-диски

Если у вас есть накопитель CD-ROM, то вы можете прослушивать аудиокомпакт-диски, параллельно работая с другими программами. Музыку можно слушать не только через колонки, но и через наушники, подключенные к разъему на передней панели накопителя CD-ROM. Ко многим звуковым платам прилагаются программы для проигрывания компакт-дисков, а через Internet такие программы можно получить бесплатно. В этих программах обычно присутствует визуальный дисплей, имитирующий переднюю панель CD-проигрывателя, для управления с помощью клавиатуры или мыши.

Звуковой смеситель (микшер)

Если у вас есть несколько источников звука и вы хотите их проиграть через одни колонки, то вам необходимо воспользоваться звуковым смесителем. Вы, наверное, видели такие устройства в музыкальных магазинах.

Большинство звуковых плат имеют встроенный смеситель звука (микшер), позволяющий смешивать звук от аудио-, MIDI- и WAV-источников, линейного входа и CD-проигрывателя, воспроизводя его на едином линейном выходе. Обычно интерфейсы программ для смешивания звука на экране выглядит так же, как панель стандартного звукового смесителя. Это позволяет вам легко управлять громкостью звука каждого источника.

Необходима ли звуковая плата?

Конечно, звуковая плата необходима для развлечений, игр и другого мультимедийного программного обеспечения. Однако остается вопрос, подходит ли компьютер со звуковой платой для делового мира.

Несомненно, имеются приложения, такие как речевые аннотации и аудиоконференции, которые могут быть полезны пользователям вычислительной машины для экономических задач. Необходима звуковая плата также для обучения и в других образовательных целях. Однако следует принять во внимание три других фактора:

- стоимость;
- производительность;
- шум.

Цена добавления основных аудиовозможностей к персональному компьютеру, как и фактически всего аппаратного обеспечения, резко упала за несколько прошедших лет. Деловые приложения не требуют системы предельного по качеству звучания аудиоустройства с таблично-волновым синтезом, так что можно обойтись простым адаптером, соответствующим техническим требованиям MPC. Обычно покупка вполне пригодной к эксплуатации звуковой платы и динамиков обойдется приблизительно 100 долларов или меньше.

Однако это совсем не незначительный расход, если вы покупаете сотни или тысячи персональных компьютеров. Прибавьте к этому стоимость оплаты обслуживающего персонала, необходимого для установки и конфигурирования всего этого оборудования.

Самое простое решение данной задачи состоит в том, чтобы купить персональные компьютеры с встроенными в системную плату звуковыми платами. Поскольку такие системы обычно конфигурируются еще при поставке или автоматически конфигурируются операционной системой, то в этом случае не нужны дополнительное время и расходы на инсталляцию.

Другим важным параметром является производительность служащих. Многие сетевые администраторы и руководители компаний только теперь начинают осознавать, какое влияние имеет доступ к Internet на производительность служащих. Звуковая информация, несомненно, используется в деловом мире, а без доступа к Internet не может обойтись ни одна компания.

Однако остается проблема шума. Администраторы могут предпринять определенные шаги, чтобы ограничить доступ пользователей к управлению операционной системой голосом, используя системные политики Windows 9*x*, но они не могут легко предотвратить загрузку или запись звуковых файлов и их проигрывание, не ограничив возможности полноценного использования звукового оборудования. Вероятнее всего, что как и в случае с Internet, после того как пройдет ажиотаж вокруг новых возможностей, пользователи не будут попусту тратить время, играя с аудио, а будут использовать аудиооборудование для повышения производительности труда.

Конечная задача, очевидно, состоит в снижении уровня шума, производимого динамиками, присоединенными к большому "флоту" персональных компьютеров. Степень сложности решения этой задачи, конечно, зависит от архитектурных особенностей помещения и схемы расположения рабочих мест. Для пользователей, работающих в небольших офисах, уровень шума должен быть минимален. Если рабочие места отгородить перегородками, уровень шума будет снижен, но для этого пользователи должны ограничиться минимальной громкостью. В офисе со многими компьютерами без перегородок шум может стать серьезной проблемой.

Сетевые администраторы должны принять во внимание эти факторы, решая, кому из пользователей необходимо установить аудиооборудование.

Звуковые платы: основные понятия и термины

Чтобы понять, что такое звуковые платы, сначала необходимо разобраться в некоторых понятиях и терминах, например *16-разрядный*, *CD-качество*, *MIDI-порт* и др. В описаниях новых технологий в звукозаписи постоянно встречаются такие туманные понятия, как *дискретизация* и *цифроаналоговый преобразователь — ЦАП* (*Digital-to-Analog Conversion — DAC*). Эти понятия раскрываются ниже.

Природа звука

Для начала выясним, что такое звук. Звук — это колебания (волны), распространяющиеся в воздухе или другой среде от источника колебаний во всех направлениях. Когда волны достигают вашего уха, расположенные в нем чувствительные элементы воспринимают эту вибрацию, и вы слышите звук.

Каждый звук характеризуется частотой и интенсивностью (громкостью).

Частота — это количество звуковых колебаний в секунду; она измеряется в герцах (Гц). Один цикл (период) — это одно движение источника колебания (туда и обратно). Чем выше частота, тем выше тон.

Человеческое ухо воспринимает лишь небольшой диапазон частот. Очень немногие слышат звуки ниже 16 Гц и выше 20 кГц (1 кГц = 1000 Гц). Частота звука самой низкой ноты на рояле равна 27 Гц, а самой высокой — чуть больше 4 кГц. Наивысшая звуковая частота, которую могут передать радиовещательные FM-станции, — 15 кГц.

Громкость определяется амплитудой колебаний. Амплитуда звуковых колебаний зависит, в первую очередь, от мощности источника звука. Например, струна пианино при слабом ударе по клавише звучит тихо, поскольку диапазон ее колебаний невелик. Если же ударить по клавише посильнее, то амплитуда колебаний струны увеличится. Громкость звука измеряется в децибелах (дБ). Шорох листьев имеет громкость около 20 дБ, обычный уличный шум — около 70 дБ, а близкий удар грома — 120 дБ.

Игровые стандарты

Большинство звуковых плат работает в стандарте фирмы Sound Blaster. Ранее были широко распространены платы AdLib. Семейство плат AdLib разработано фирмой с таким же названием. Семейство звуковых плат Sound Blaster разработано фирмой Creative Labs. Как правило, в большинстве игр DOS требуется предварительно сообщать программе, в каком стандарте работает звуковая плата. Если у вас установлена популярная звуковая плата (например, Sound Blaster от Creative Labs), значит, проблем с ее поддержкой не возникнет. Большая часть программного обеспечения поддерживает платы Sound Blaster, поэтому на сегодняшний день они наиболее распространены. Если ваша звуковая плата не совместима с вышеупомянутыми стандартами, то некоторые программы не будут ее поддерживать.

Многие игры теперь пишутся для операционной системы Windows 9*x*, в которой успешно решена задача совместимости звуковых плат. В Windows 9*x* достаточно просто установить драйвер, и любое приложение сможет воспользоваться звуковой платой. Если есть драйвер для вашего адаптера, работающий под управлением Windows 9*x*, вы можете играть в любую игру, разработанную для этой операционной системы.

Частотная характеристика

Качество звуковой платы обычно оценивают по двум критериям — частотной характеристике (диапазон воспроизводимых частот) и коэффициенту нелинейных искажений. Частотная характеристика определяет тот диапазон частот, в котором уровень записываемых и воспроизводимых амплитуд остается постоянным. Для большинства звуковых плат этот диапазон составляет от 30 Гц до 20 кГц. Чем шире этот диапазон, тем лучше плата.

Коэффициент нелинейных искажений характеризует нелинейность звуковой платы, т.е. отличие реальной кривой частотной характеристики от идеальной прямой, или, проще говоря, коэффициент характеризует чистоту воспроизведения звука. Каждый нелинейный элемент является причиной искажения. Чем меньше этот коэффициент, тем выше качество звука.

Дискретизация

Если в компьютере установлена звуковая плата, то он может записывать звук в *цифровой* (называемой также *дискретной*) форме, в этом случае компьютер используется в качестве записывающего устройства. В состав звуковой платы входит небольшая микросхема — аналого-цифровой преобразователь (АЦП, или ADC — Analog-to-Digital Converter), который при записи преобразует аналоговый сигнал в цифровую форму, понятную компьютеру. Аналогично при воспроизведении цифроаналоговый преобразователь (DAC — Digital-to-Analog Converter) преобразует аудиозапись в то, что способны воспринимать наши уши.

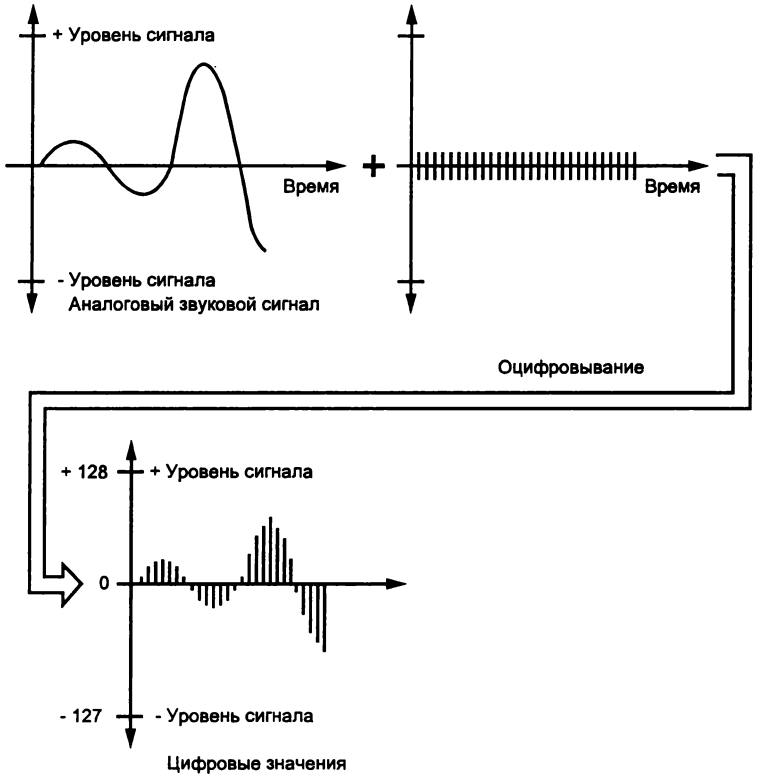


Рис. 9.3. Преобразование звукового сигнала в цифровую форму

Дискретизацией называется процесс превращения исходного звукового сигнала в цифровую форму (рис. 9.3), в которой он и хранится для последующего воспроизведения. (Весь этот процесс преобразования в цифровую форму называется также оцифровыванием.) При этом сохраняются мгновенные значения звукового сигнала в определенные моменты времени, называемые *выборками*. Чем чаще берутся выборки, тем точнее цифровая копия звука соответствует оригиналу.

8- и 16-разрядные звуковые платы

Первым стандартом MPC предусматривался "8-разрядный" звук. Это не означает, что звуковые платы должны были вставляться в 8-разрядный слот расширения. Разрядность звука характеризует количество битов, используемых для цифрового представления каждой выборки. При восьми разрядах количество дискретных уровней звукового сигнала составляет 256, а если использовать 16 бит, то их количество достигает 65 536 (при этом, естественно, качест-

во звука *значительно* улучшается). 8-разрядное представление является достаточным для записи и воспроизведения *речи*, а вот для музыки требуется 16 разрядов. На рис. 9.4 показано различие между 8- и 16-разрядным представлением звука.

Большинство старых плат поддерживает лишь 8-разрядное представление звука. Сегодня я бы не советовал вам приобретать плату с менее чем 16-разрядной поддержкой.

Качество записываемого и воспроизводимого звука, наряду с разрешением[1], определяется частотой дискретизации (количеством выборок в секунду). Теоретически[2], она должна быть в два раза выше максимальной частоты сигнала (т.е. верхней границы частот) плюс десятипроцентный запас. Предел слышимости человеческого уха — 20 кГц. Записи с компакт-диска соответствует частота 44,1 кГц.

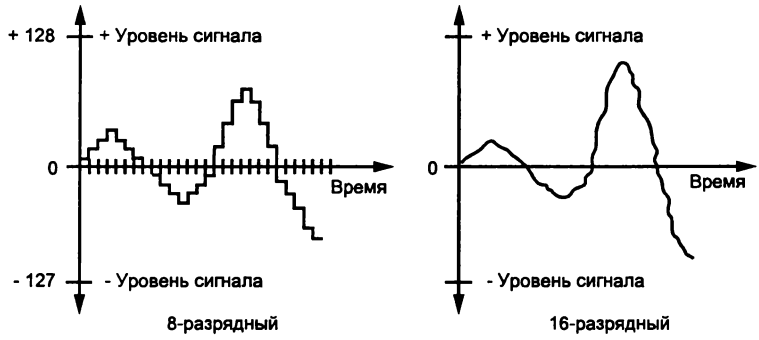


Рис. 9.4. Шестнадцатиразрядное разрешение позволяет более точно воспроизводить звук по сравнению с 8-разрядным разрешением

Звук, дискретизированный на частоте 11 кГц (11 000 выборок в секунду) получается более размытым, чем звук, дискретизированный на частоте 22 кГц. Объем дискового пространства, необходимый для записи 16-разрядного звука с частотой дискретизации 44,1 кГц в течение одной минуты, составит 10,5 Мбайт! При 8-разрядном представлении, монофоническом звучании и частоте дискретизации 11 кГц необходимое дисковое пространство сокращается в 16 раз. Добавив к рабочему листу Excel одноминутную звуковую аннотацию класса Hi-Fi, вы с удивлением обнаружите, что размер такого файла будет намного больше 10 Мбайт.

Компоненты аудиосистемы

При выборе аудиосистемы необходимо учитывать параметры компонентов аудиосистемы. О них и пойдет речь в этом разделе.

Разъемы звуковых плат

У большинства звуковых плат разъемы одинаковые. Через эти миниатюрные (1/8 дюйма) разъемы сигналы подаются с платы на колонки, наушники и входы стереосистемы; к аналогичным разъемам подключаются микрофон, проигрыватель компакт-дисков и магнитофон. На вашей плате установлены (или, во всяком случае, должны быть установлены) разъемы четырех типов (рис. 9.5).

---

[1] Называется также разрешающей способностью. Разрешающая способность — точность представления аналоговой величины ее цифровым аналогом. — *Прим. ред.*

[2] В соответствии с теоремой отсчетов, или теоремой Найквиста–Котельникова. — *Прим. ред.*

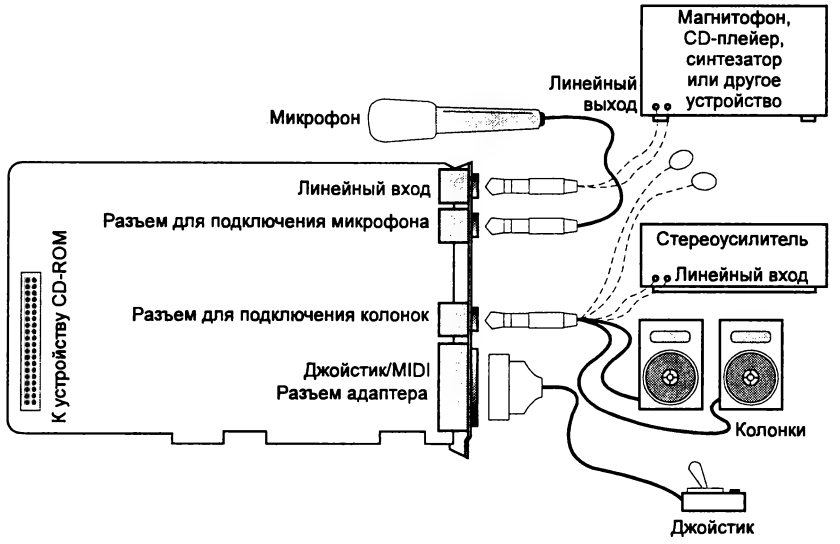


Рис. 9.5. Разъемы большинства звуковых плат аналогичны указанным

- *Линейный выход платы*. Сигнал с этого разъема можно подать на внешние устройства — колонки, наушники или на вход стереоусилителя, с помощью которого сигнал можно усилить до определенного уровня. В некоторых звуковых платах, например в Microsoft Windows Sound System, имеются два выходных гнезда: одно — для сигнала левого канала, а другое — для правого.
- *Линейный вход платы*. Этот входной разъем используется при микшировании или записи звукового сигнала, поступающего от внешней аудиосистемы на жесткий диск.
- *Разъем для колонок и наушников*. Этот разъем присутствует не во всех платах. Сигналы на колонки подаются с того же разъема (линейного выхода), что и на вход стереоусилителя. Если на плате присутствует два отдельных выходных разъема, то на том из них, который предназначен для колонок и наушников, сигнал мощнее — он должен обеспечить нормальный уровень громкости для наушников и небольших колонок. Выходная мощность большинства звуковых плат составляет примерно 4 Вт. Сигнал на линейном выходе при этом не проходит через усилительный каскад, и поэтому качество звука в нем выше.
- *Микрофонный вход, или вход монофонического сигнала*. К этому разъему подключается микрофон для записи на диск вашего голоса или других звуков. Запись с микрофона является монофонической. Для повышения качества сигнала во многих звуковых платах используется *автоматическая регулировка усиления* (*Automatic Gain Control — AGC*). Уровень входного сигнала при этом поддерживается постоянным и оптимальным для преобразования. Для записи лучше всего использовать электродинамический или конденсаторный микрофон, рассчитанный на сопротивление нагрузки от 600 Ом до 10 кОм. В некоторых дешевых звуковых платах микрофон подключается к линейному входу.
- *Разъем для джойстика/MIDI*. Для подключения джойстика используется 15-контактный D-образный разъем. Два его контакта можно использовать для управления MIDI-устройством, например клавишным синтезатором. (В этом случае вам понадобится Y-образный кабель.) В некоторых звуковых платах для MIDI-устройств предусмотрен отдельный разъем. В некоторых современных компьютерах порт для джойстика может находиться на системной плате или на отдельной плате расширения.

В этом случае при подключении игрового контроллера необходимо уточнить, какой именно используется в текущей конфигурации операционной системы.

- *Разъем MIDI.* Аудиоадаптеры обычно используют тот же самый порт джойстика, что и разъем MIDI. Два штырька в разъеме предназначены для передачи сигналов к MIDI-устройству (например, клавишному синтезатору) и от него. В большинстве случаев лучше приобрести отдельный разъем MIDI у изготовителя аудиоадаптера, который включается в порт джойстика. Такой разъем имеет два круглых 5-контактных разъема DIN, используемых для подключения MIDI-устройств, а также разъем для джойстика. Так как сигналы для MIDI-устройств и джойстика передаются по разным контактам, вы можете подключать джойстик и MIDI-устройство одновременно. Таким образом, если вы планируете подключать к персональному компьютеру внешние MIDI-устройства, то вам нужен только этот разъем. А MIDI-файлы, получаемые с Web-серверов, вы можете проигрывать, используя внутренний синтезатор звуковой платы.
- *Внутренний штырьковый разъем.* На многих звуковых платах есть специальный разъем[1] для подключения ко внутреннему накопителю CD-ROM. Это позволяет проигрывать звук с компакт-дисков через колонки, подключенные к звуковой плате. Обратите внимание, что этот разъем отличается от разъема для подключения контроллера CD-ROM к звуковой плате, так как данные по этому внутреннему разъему не передаются на шину компьютера. Но даже если этого разъема нет, вы все равно можете прослушивать аудиокомпакт-диски через динамики компьютера, подсоединив с помощью внешнего кабеля линейный вход звуковой карты к выходному разъему для наушников на приводе CD-ROM.

К некоторым разъемам можно подключить сразу два джойстика (с помощью кабеля-раздвоителя). Чтобы использовать такой разъем для MIDI, придется приобрести специальный кабель. В некоторых платах разъем MIDI отсутствует. Если вы — не композитор (или не хотите расходовать несколько сотен долларов на клавишный синтезатор), то у вас *нет* нужды в такой плате. В этом случае не огорчайтесь по поводу отсутствия разъема для джойстика, так как во многих компьютерах он установлен на плате ввода-вывода; в противном случае вы можете купить отдельную игровую плату.

Совет

Все разъемы на звуковой плате — линейный вход, линейный выход и разъемы, к которым подключается динамик, — маленькие, причем имеют один и тот же размер — 1/8 дюйма. Три разъема обычно маркируются, но при установке компьютера на столе (или под ним), эти надписи иногда трудно прочитать[2]. Одна из наиболее общих причин, по которой персональный компьютер иногда не в состоянии воспроизводить звук, состоит в том, что динамики подключены не в свой разъем.

---

1 На многих платах их три. Например, на 16-разрядной звуковой плате Beethoven/Bach (версия № 201X/002/0796) они обозначены как J1 (Panasonic audio connector), J2 (Mitsumi audio connector) и J3 (Sony audio connector). При подключении дисковода CD-ROM нужно просто найти необходимый разъем. В настоящее время многие дисководы CD-ROM поставляются с так называемым универсальным кабелем (с тремя разъемами на выходе), который подходит даже в том случае, если у вас на звуковой плате есть только один разъем. — *Прим. ред.*

2 Чтобы облегчить себе работу, при подключении кабелей рекомендуется постоянно держать зеркальце и фонарик возле ПК. — *Прим. ред.*

Управление громкостью

В некоторых звуковых платах предусмотрено ручное регулирование громкости, но на более сложных платах такой регулятор отсутствует (в этом случае управление громкостью осуществляется программно с помощью комбинаций клавиш, причем делать это можно, находясь непосредственно в игре, в Windows или в каком-либо приложении).

Синтезаторы: стереофоническое и монофоническое звучание

Рассмотрим различия между стерео- и монозвуком. Монофонические платы могут работать только с одним источником сигнала. Но звучат они намного лучше стандартного встроенного динамика. Поэтому в настоящее время почти все выпускаемые платы являются стереофоническими.

Стереофонические звуковые платы одновременно воспроизводят (и записывают) несколько сигналов от двух различных источников. Чем больше сигналов предусмотрено в адаптере, тем более реалистичным оказывается его звучание. Каждая расположенная на плате микросхема синтезатора позволяет получить 11 или более сигналов. Для воспроизведения более 20 сигналов устанавливается одна либо две микросхемы частотных синтезаторов. Лучшие звуковые платы способны воспроизводить 128 голосов одновременно, что обеспечивает настоящий стереозвук.

Количество сигналов особенно важно для создания музыкальных файлов, так как каждый сигнал соответствует отдельному музыкальному инструменту, игру которого может имитировать плата.

В большинстве плат для имитации музыкальных инструментов используется частотный синтез. Микросхемы синтезаторов выпускаются фирмой Yamaha. На дешевых платах устанавливаются монофонические ИС YM3812 или OPL2 на 11 сигналов, а на дорогих — стереофоническая микросхема YMF262 или OPL3 на 20 сигналов.

Искусственное звучание инструмента лишь приближается к реальному. В высококачественных звуковых платах используются цифровые записи настоящих инструментов и звуковых эффектов. Обычно такие звуковые фрагменты хранятся в установленных на платах микросхемах ПЗУ емкостью в несколько мегабайтов. Например, в некоторых звуковых платах используется комплект микросхем Ensoniq (специально разработанных для этих целей), с помощью которого синтезируется звучание музыкальных инструментов. Вместо того чтобы рассчитывать параметры звукового сигнала какого-нибудь инструмента, играющего, например, ноту до второй октавы, из памяти извлекается короткий фрагмент с записью звука настоящего инструмента, играющего эту ноту.

Если звуковая плата нужна вам только для игр, учебных или деловых целей, то вполне достаточно частотного синтезатора.

Стереофонические платы выпускаются с различными частотами дискретизации и разрядностями. Имейте в виду, что некоторые из них не работают в монорежиме. Переход от моно к стерео сопровождается неизбежным увеличением размера звуковых файлов. Многими программами 16-разрядный стереозвук не используется. Тем не менее монозвучание стереоплаты приятнее, чем монозвучание моноплаты.

Еще одно преимущество некоторых дорогих стереофонических плат состоит в том, что на них устанавливаются дополнительные интерфейсы, например, для подключения к SCSI-устройству (накопителю CD-ROM) или MIDI-устройству (клавишному синтезатору).

Замечание

Чтобы расширять возможности MIDI-адаптеров Sound Blaster, которые используют частотный синтез, фирма Creative Labs предлагает плату Wave Blaster. Wave Blaster — дочерняя плата, которая подключается к плате Sound Blaster. Когда система проигрывает MIDI-музыку, адаптер ищет Wave Blaster для проигрывания любого из 213 звуков музыкальных инструментов, записанных с качеством записи с компакт-диска в цифровой форме. Если платы Wave Blaster нет, Sound Blaster воспроизводит эти звуки с помощью частотного синтезатора. Если же есть Wave Blaster, музыка звучит так же, как если бы ее воспроизводили реальные инструменты.

Сжатие данных

В большинстве плат качество звучания соответствует качеству звучания проигрывателей компакт-дисков с частотой дискретизации 44,1 кГц. При такой частоте дискретизации на каждую минуту звучания при записи даже обычного голоса расходуется около 11 Мбайт дискового пространства. Чтобы уменьшить размеры звуковых файлов, во многих платах используется сжатие данных. Например, в плате Sound Blaster ASP 16 производится сжатие звука в реальном времени (непосредственно при записи) со степенью сжатия 2:1, 3:1 или 4:1.

Поскольку для хранения звукового сигнала необходим большой объем дискового пространства, в некоторых звуковых платах выполняется его сжатие методом *адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции* (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation — ADPCM*), что позволяет сократить размер файла примерно на 50%. Правда, при этом ухудшается качество звука.

Именно по этой причине стандарта на ADPCM пока нет. Фирма Creative Labs использует свои разработки, в то время как Microsoft предлагает разработанный совместно с Compaq метод Business Audio ADPCM.

Но наиболее популярным стандартным алгоритмом сжатия является *MPEG* (*Motion Pictures Experts Group*), с помощью которого можно упаковывать как звук, так и изображение. Он популярен в "некомпьютерной" сфере и используется в проигрывателях CD-I фирмы Phillips, а также в DVD-проигрывателях. По этому методу достигается степень сжатия 30:1 и даже выше.

Многофункциональные сигнальные процессоры

В последнее время во многих звуковых платах появились *процессоры цифровой обработки сигналов* (*Digital Signal Processor — DSP*). Благодаря им платы стали более "интеллектуальными" и освободили центральный процессор компьютера от выполнения таких трудоемких задач, как очистка сигналов от шумов и сжатие данных в реальном времени.

Процессоры устанавливаются во многих универсальных звуковых платах. Например, в платах Sound Pro 16 и Sound Pro 16 Plus фирмы Cardinal Technologies используется процессор ADSP2115 фирмы Analog Devices. Программируемый процессор цифровой обработки сигналов платы Sound Blaster AWE32 сжимает данные, преобразует текст в речь и синтезирует так называемое *трехмерное звучание*, создавая эффект отражения звука и хорового сопровождения. Используя процессор цифровой обработки сигналов, можно превратить звуковую плату в многофункциональное устройство. Например, в коммуникационной плате WindSurfer фирмы IBM DSP выполняет функции модема со скоростью передачи данных 14,4 Кбит/с, факса (9,6 Кбит/с) и цифрового автоответчика.

Оправдано ли связанное с этим повышение стоимости платы? В маломощных компьютерах (с процессорами не выше 486SX/25) или в такой многозадачной среде, как Windows 95, Windows NT или OS/2 Warp, процессор цифровой обработки сигналов позволяет сжимать данные в реальном времени (важное качество при частом использовании речевых комментариев). Некоторые звуковые платы предлагаются без процессора цифровой обработки сигналов, но с возможностью его последующей установки.

Разъем для накопителя CD-ROM

Большинство стереофонических плат не только обеспечивает высокое качество звучания, но и работает с накопителем CD-ROM. Часто они выпускаются с универсальными SCSI-портами для любых устройств, однако существуют платы со специальными интерфейсами CD-ROM, например, только для накопителей фирм Mitsumi и Sony. Если у вас уже есть накопитель CD-ROM, то убедитесь в его совместимости с приобретаемой звуковой платой. Если вы собираетесь покупать накопитель CD-ROM, учтите, что специализированный интерфейс на плате значительно ограничит ваш выбор, возможно, сведя его к одной-единственной модели дисковода.

Если вы собираетесь покупать и звуковую плату, и накопитель CD-ROM, обратите внимание на комплекты модернизации для мультимедиа. В них обычно входят звуковая плата, накопитель CD-ROM, компакт-диски, программное обеспечение и соединительные кабели. Приобретая такой комплект, а не каждый компонент в отдельности, вы можете сэкономить определенную сумму. При этом будет гарантирована *совместимость* всех узлов, входящих в комплект, и, кроме того, к нему прилагается хорошая документация.

Хотя интегрированный контроллер звуковой платы и дисковода CD-ROM может быть достаточно быстродействующим и облегчать настройку средств мультимедиа на старых компьютерах, тем не менее я рекомендую, чтобы пользователи подключали дисковод компакт-дисков через стандартный интерфейс EIDE или SCSI, и избегали использования разъема для дисковода компакт-дисков на звуковой плате. Фактически все новые компьютеры сегодня имеют интерфейс EIDE, а SCSI-адаптер позволяет подсоединять к одному и тому же интерфейсу другие устройства, например, такие как накопители на жестких дисках, лентопротяжки и сканеры. В этом случае значительно легче найти высококачественный программный драйвер, обеспечивающий высокие эксплуатационные показатели.

Драйверы звуковых плат

Для большинства плат предусматриваются универсальные драйверы для DOS- и Windows-приложений. В операционных системах Windows 9x и NT уже имеются драйверы для большинства популярных звуковых плат, таких как Sound Blaster. Драйверы для других плат можно приобрести отдельно. В большинстве случаев драйверы пишутся разработчиками плат, а распространяются фирмой Microsoft.

Приложения DOS обычно не имеют широкого выбора драйверов, но большинство игр и других программ поддерживает адаптеры Sound Blaster. Если купить адаптер, который является совместимым с платой Sound Blaster, то не должно быть никаких затруднений с выбором подходящего драйвера практически для всех приложений.

Выбор звуковой платы

На что следует обратить внимание при выборе звуковой платы? В следующих разделах описываются некоторые основные параметры.

Слушатель или сочинитель?

Различным пользователям необходимы различные эксплуатационные показатели и различные особенности звуковых плат. Проще всего классифицировать пользователей звуковых плат, поделив их на потребителей аудиофайлов (слушателей) и производителей аудиофайлов (сочинителей).

Многим пользователям требуются только основные возможности звуковых плат. Они хотят слушать звуковые записи на компакт-дисках, музыку, играть в игры или посещать Web-серверы. Они — потребители аудиофайлов. Они получают аудиофайлы из таких источников, как компакт-диски и Internet, и прослушивают их через динамики. Все, что необходимо для

пользователя этого типа, — скромная звуковая плата. Звуковая плата должна быть 16-разрядной, и даже частотный синтезатор достаточен для обеспечения нормального качества воспроизводства звука. Пользователи — любители компьютерных игр могут захотеть установить адаптер с таблично-волновым синтезатором, но даже фанатам вряд ли понадобится его последняя модель.

Сочинители — люди, которые намереваются создавать собственные звуковые файлы. Они могут быть пользователями бизнес-приложений, иногда записывающими речевые аннотации, профессиональными музыкантами и "MIDI-маньяками". Для них необходим адаптер, который может выполнять как можно большую часть обработки аудиофайлов без вмешательства центрального процессора компьютера. В этом случае им настоятельно рекомендуется устанавливать звуковые платы, в которых используются сигнальные процессоры для сжатия и решения других задач. Для музыкантов, конечно, необходим многоканальный адаптер для записи как можно большего количества голосов, причем с таблично-волновым синтезатором. Для них даже предпочтительнее звуковые платы, в которых предусмотрены средства модернизации (например, возможности установки дополнительной памяти, а также создания и изменения таблицы wavetables).

Совместимость

Официальных стандартов на звуковые платы пока нет, однако плата Sound Blaster, являющаяся одной из самых популярных, практически используется в качестве стандарта. Плата, которая совместима с Sound Blaster, должна работать почти со всеми программами-приложениями, в которых используется звук. Многие платы соответствуют стандарту MPC-2 или MPC-3 и позволяют воспроизводить звуковые файлы в Windows. В некоторых звуковых платах отсутствует интерфейс MIDI, поэтому они соответствуют требованиям MPC только частично. Остальные устройства чаще всего работают либо в стандарте плат AdLib, либо Pro AudioSpectrum.

Внимание

Остерегайтесь звуковых плат, требующих для совместимости с Sound Blaster специальных драйверов! С этими драйверами могут возникнуть проблемы и, кроме того, они занимают значительное место в памяти.

Дискретизация

Самым важным критерием качества звуковой платы является частота дискретизации (иначе ее называют *частотой выборок*). Частота дискретизации вместе с разрядностью определяет качество звучания. Стандартные частоты дискретизации для звуковых плат — 11,025, 22,05 и 44,1 кГц, а разрядности — 8, 12 и 16.

Частота дискретизации дешевых монофонических плат обычно равна 22,05 кГц при разрядности 8. Этого вполне достаточно для записи речевых сообщений. Разрядность некоторых стереофонических плат равна 8, а частота дискретизации — 22,05 кГц при стереофоническом и 44,1 кГц при монофоническом звучании. Есть и 8-разрядные платы с частотой дискретизации 44,1 кГц как в стерео, так и в моно. Шестнадцатиразрядные платы нового поколения с частотой 44,1 кГц превосходят их по всем параметрам — они позволяют записывать звук с качеством звукового компакт-диска.

Если вы пользуетесь 16-разрядной звуковой платой, то вам понадобится жесткий диск весьма приличной емкости. Чем выше разрешение при дискретизации, тем больше размер файлов. Частота дискретизации также влияет на размер файла — при удвоении частоты удваивается и размер файла.

Программное обеспечение

Обычно звуковая плата продается с комплектом вспомогательных программ, поэтому ее можно сразу же использовать. Многие из таких программ предназначены для DOS, но для некоторых плат есть и программы под Windows. В состав программного обеспечения могут входить:

- программы преобразования текста в речь;
- программы для воспроизведения, редактирования и записи звуковых файлов;
- программы создания музыкальных композиций (обычно входят в комплект плат, в которых предусмотрен MIDI);
- разнообразные звуковые фрагменты.

Установка звуковой платы

Процесс установки звуковой платы не сложнее установки встроенного модема или VGA-платы, особенно если вы используете операционную систему Windows 9x, а звуковая плата самонастраивающаяся, т.е. удовлетворяет спецификациям Plug and Play.

Чтобы установить звуковую плату, выполните следующие операции.

1. Откройте компьютер (снимите его крышку).
2. Установите в нужные положения перемычки на звуковой плате.
3. Установите звуковую плату в разъем и подключите к ней накопитель CD-ROM (если он есть).
4. Закройте компьютер.
5. Загрузите операционную систему (предпочтительно Windows 9x) и при необходимости установите программное обеспечение звуковой платы.
6. Подключите колонки и другие устройства.

Механические процедуры установки звуковой платы

Открыв компьютер, вы должны установить звуковую плату. Она может быть 8- или 16-разрядной платой расширения (не путайте с разрешающей способностью по звуку). Тип слота должен соответствовать типу звуковой платы. Шестнадцатиразрядную плату (с двойным печатным разъемом) вставить в 8-разрядный слот невозможно, но 8-разрядную плату (с одним печатным разъемом) можно вставить и в тот, и в другой слоты. В настоящее время есть звуковые платы, устанавливаемые в разъем ISA, а также платы, устанавливаемые в разъем PCI.

Если свободны несколько слотов, новую плату лучше установить подальше от уже имеющихся плат. При этом снижаются помехи со стороны других плат, а это важно для звуковой платы, потому что помехи скажутся на производимом звуке.

При установке держите плату за металлический кронштейн и за края. Не касайтесь никаких компонентов на плате, так как заряд статического электричества может вывести их из строя. Не трогайте позолоченные контакты разъема. Если у вас есть антистатический браслет — используйте его.

Если плата не является самонастраивающейся, то для того чтобы настроить плату под вашу конкретную систему, возможно, потребуется переставить перемычки или DIP-переключатели. Например, можно отключить на звуковой плате игровой порт, если джойстик уже подключен к другому адаптеру. При необходимости установите номер прерывания и адреса DMA. Внимательно прочтите об этом в инструкции к вашей звуковой плате.

Если к звуковой плате нужно подключить внутренний накопитель CD-ROM, то подсоедините плоский кабель накопителя к звуковой плате так, чтобы красный провод оказался у того конца разъема, где указана цифра 0 или 1. Если вы ошибетесь, то накопитель работать не будет.

Накопитель CD-ROM может иметь отдельный звуковой кабель. Подключите его к звуковому разъему на плате. Помните, что не существует единого стандарта на такие кабели, поэтому необходимо убедиться в совместимости кабеля, накопителя и платы.

После этого можете установить плату в слот. Сначала коснитесь металлической крышки компьютера, чтобы снять с себя электростатический заряд. Затем, удерживая плату за кронштейн и края, вставьте ее в слот расширения. Закрутите винт крепления платы и соберите компьютер.

К соответствующему гнезду можно подсоединить небольшие колонки. Обычно выходная мощность звуковых плат составляет примерно 4 Вт. Если паспортная мощность используемых вами колонок меньше, чем выходная мощность платы, то не следует повышать громкость до максимума. Это может привести к перегрузке динамиков и выходу их из строя. На мой взгляд, лучше использовать динамики со встроенным усилителем, которые следует подключить к линейному выходу звуковой платы.

Подключение стереосистемы к звуковой плате

Есть и другой путь: подключить к звуковой плате стереосистему. Но при существующем разнообразии стандартов вам наверняка придется подбирать кабели и переходные разъемы.

Убедитесь, что разъемы, приобретенные вами, являются стерео, а не моно, если только у вас не монофоническая звуковая плата. Кроме того, стереоусилитель и компьютер совсем не обязательно располагать рядом. Поэтому длина соединительного кабеля может составить несколько метров.

Процесс подключения стереосистемы к звуковой плате заключается в их подсоединении с помощью кабеля. Если в звуковой плате есть выход для колонок/наушников и линейный стереовыход, то для подключения стереосистемы *лучше* воспользоваться стереовыходом. Выбрав этот вариант, вы получите более качественный звук, поскольку на линейный выход сигнал поступает, минуя усилительные компоненты, и поэтому практически не подвергается искажениям. А усиливать сигнал будет только ваша стереосистема.

Соедините этот выход с дополнительным входом вашей стереосистемы. Если стереосистема не имеет вспомогательных входов, то следует воспользоваться другими входами, например входом для проигрывателя компакт-дисков.

Перед первым использованием звуковой платы со стереосистемой убавьте громкость, поскольку при включении может произойти очень громкий щелчок в динамиках. Затем прибавьте громкость и выберите канал (например, проигрыватель компакт-дисков) в вашей стереосистеме. Наконец, запустите компьютер. Никогда не повышайте громкость более чем на три четверти от максимума, поскольку звук может искажаться.

Последовательность подключения некоторых стереосистем к звуковой плате

В некоторых стереомагнитолах и радиоприемниках на задней панели предусмотрен разъем для подключения тюнера, магнитофона и проигрывателя компакт-дисков. Используя этот разъем, а также линейный вход и линейный выход звуковой платы, можно слушать звук, поступающий от компьютера, а также радио через одни и те же динамики.
Вот что для этого нужно сделать:

1. Отключить подачу сигналов от этого разъема на стереосистему.
2. Отключить (уменьшить амплитуду до нуля) все сигналы на микшере звуковой платы. (Для этого можно в программе для микшера установить все бегунки в крайнее нижнее положение.)
3. Подключить выходной разъем радиоприемника к линейному входу звуковой платы.

4. Подключить линейный выход звуковой платы к линейному входу стереосистемы.
5. Включить радиоприемник, выбрать какую-нибудь музыку, и установить средний уровень громкости.
6. Включить подачу сигналов от данного разъема.
7. Медленно настроить уровень сигнала на линейном входе, а также с помощью бегунков в программе для микшера установить примерно средний уровень громкости звука.
8. Отключая, а затем повторно включая подачу сигналов при наладке выходного сигнала звуковой платы добиться, чтобы уровень громкости звука был тот же самый, независимо от подачи сигналов на данный разъем.
9. Начать проигрывание файла WAV.
10. Медленно перемещая бегунок громкости в приложении микшера звуковой платы, подберите для проигрывания файла WAV необходимый уровень громкости (немного громче или немного тише, чем от радиоприемника).

Теперь вы можете слушать звуки от компьютера и радиоприемника через динамики стереомагнитолы.

Диагностика неисправностей звуковых плат

В процессе функционирования звуковая плата использует следующие ресурсы: номер прерывания (IRQ), базовый адрес ввода-вывода и каналы прямого доступа к памяти (DMA). Если эти ресурсы приходится выбирать, то необходимо избегать конфликтов с другими устройствами. Большинство плат выпускается уже настроенными на использование свободных портов, но все же в некоторых случаях могут возникнуть проблемы. Возможно, в процессе поиска неисправностей вам придется изменить положение перемычек и переключателей на плате или даже конфигурацию других плат.

Аппаратные конфликты

Чаще всего проблемы вызваны конфликтами звуковой платы с другими устройствами. Звуковая плата может или просто не работать, или повторять одни и те же звуки, или приводить к зависанию компьютера. Такая ситуация называется *аппаратным конфликтом*. За что же "сражаются" разные платы? За сигнальные линии и каналы, используемые для "общения" с компьютером. Конфликты могут возникнуть при совместном использовании одного из следующих компонентов.

- *Линии запроса прерываний (IRQ).* Эти линии предназначены для приостановки работы компьютера и привлечения его внимания.
- *Каналы прямого доступа к памяти (DMA).* Каналы DMA используются для передачи информации непосредственно в память компьютера без привлечения процессора. В ситуации со звуковыми платами использование каналов DMA позволяет воспроизводить звук при выполнении компьютером другой программы.
- *Адреса ввода-вывода.* Предназначены для обмена информацией между звуковой платой и компьютером. Обычно адреса указываются в паспорте звуковой платы как базовые. Звуковая плата представляет собой несколько устройств, каждое из которых требует диапазона адресов, начинающегося с базового.

К большинству звуковых плат прилагаются установочные программы, которые анализируют системы конфигурации и пытаются найти ресурсы, еще не используемые другими устройствами. Эти программы вполне надежны, но если какое-то из установленных в компьютере устройств в процессе анализа не активно, обнаружить его удается не всегда. Поэтому при необходимости можно воспользоваться услугами диспетчера устройств, доступного через панель управления Windows 9*x*.

В табл. 9.3 приведены устанавливаемые по умолчанию ресурсы, которые используются компонентами стандартных звуковых плат Sound Blaster 16.

Таблица 9.3. Распределение ресурсов Sound Blaster 16

Устройство	Прерывание	Порт ввода-вывода	16-разрядный DMA	8-разрядный DMA
Аудио	IRQ 5	220h–233h	5	1
MIDI-порт	—	330h–331h	—	—
Частотный синтезатор	—	388h–38Bh	—	—
Игровой порт	—	200h–207h	—	—

Все эти ресурсы используются лишь одной звуковой платой, установленной в вашей системе. Не удивительно, что с конфликтами и проблемами при установке звуковых плат сталкивается так много пользователей. На самом деле устранить конфликты не так трудно. Большинство ресурсов, используемых звуковой платой, может быть изменено в случае конфликта с другим устройством. Могут даже быть изменены установки устройств, с которыми произошел конфликт. Обратите внимание на то, что такие компоненты звуковой платы, как MIDI-порт, частотный синтезатор и игровой порт, вообще не используют ни прерываний, ни прямого доступа к памяти.

При установке звуковой платы настройки изменять не рекомендуется, поскольку некоторые программы, возможно, не будут работать, даже если эти настройки не приводят к конфликту. Другими словами, если произошел конфликт с каким-либо устройством, то предпочтительнее изменить настройки именно этого устройства, а не звуковой платы, иначе вам придется объяснять своему пятилетнему сыну, почему новая игра с динозаврами не издает ни звука.

Если вы работаете в Windows 95/98 и ваша плата поддерживает технологию Plug and Play, то для разрешения конфликта воспользуйтесь встроенным средством Device Manager (диспетчером устройств).

Разрешение конфликтов прерываний. Звуковая плата может использовать любое из доступных прерываний. При поставке звуковая плата настроена на конкретное прерывание (обычно это IRQ 5), и в случае надобности лучше изменить настройки других адаптеров. Стандартные звуковые платы, например Sound Blaster 16, могут настраиваться на работу со следующими прерываниями: 2, 5, 7, 10 (по умолчанию используется 5).

В дополнение к конфликтам с другими установленными устройствами могут возникнуть конфликты, связанные с прерываниями, зарезервированными для стандартных компонентов компьютера. Если звуковая плата использует то же прерывание, что и другое устройство, то вы можете столкнуться с исчезновением звука или даже зависанием системы.

Как отмечалось выше, для платы Sound Blaster по умолчанию выбирается прерывание IRQ 5. Обычно оно используется вторым параллельным портом (LPT2), который в большинстве систем отсутствует. Плата Sound Blaster 16 может также работать с прерываниями 2, 7 и 10. При использовании IRQ 7 может возникнуть конфликт с первым параллельным портом (LPT1). Прерывание IRQ 10, как правило, не применяется ни одной из 16-разрядных плат и поэтому может свободно использоваться платой Sound Blaster. Прерывание IRQ 2 стало доступным тогда, когда системные платы стали использовать адресацию IRQ 9 через IRQ 2. Другими словами, вы можете установить плату Sound Blaster на использование IRQ 2, и система будет воспринимать ее как IRQ 9. В большинстве случаев прерывание IRQ 5 является доступным, и желательно ничего не менять.

Разрешение конфликтов каналов прямого доступа к памяти. В IBM-совместимых компьютерах содержится два контроллера прямого доступа к памяти (ПДП), каждый из которых обеспечивает работу четырех каналов ПДП. Первый контроллер ПДП обеспечивает только 8-разрядную передачу данных и соединяется со вторым аналогично каскадам контролеров прерываний, поэтому второй контроллер теряет один канал. Остальные три канала могут использоваться для 16-разрядной передачи. Таким образом, существует всего 7 каналов DMA, которые могут использоваться стандартными и дополнительными системными устройствами.

Для большинства звуковых плат, например, таких как Sound Blaster, потребуется два синхронизированных канала DMA. Для разных плат — требования разные. Некоторые каналы DMA зарезервированы для таких стандартных устройств системы, как контроллер гибких дисков (DMA 2). Каналы DMA 0, 1, 2 и 3 обеспечивают только 8-разрядный режим передачи, в то время как 5, 6 и 7 — только 16-разрядный. Основным симптомом конфликта каналов ПДП является полное отсутствие звука.

Звуковая плата Sound Blaster 16 использует канал DMA 1 для 8-разрядного звука (нижний DMA) и DMA 5 — для 16-разрядного звука (верхний DMA). В табл. 9.4 приведены сведения о назначении каналов DMA в стандартном IBM-совместимом компьютере с установленной в нем платой Sound Blaster.

Для 8-разрядного звука вместо канала DMA 1 звуковой платой могут использоваться каналы DMA 0 и 3. Обычно эти альтернативные каналы свободны. Для 16-разрядного звука могут также использоваться каналы DMA 6 и 7. В стандартной конфигурации они также свободны. Но поскольку существуют "негибкие" программы, во избежание проблем мы рекомендуем по мере возможности не изменять начальных установок.

Таблица 9.4. Каналы DMA и их назначение

Канал DMA	Стандартная функция	Наличие слота	Тип платы, разрядность	Передача, разрядность
0	Доступно для использования	Да	16	8
1	Звуковая плата (нижний DMA)	Да	8/16	8
2	Контроллер гибких дисков	Да	8/16	8
3	ECP (параллельный порт с расширенными возможностями)/доступно для использования	Да	8/16	8
4	Каскад первого контроллера ПДП	Нет	—	16
5	Звуковая плата (верхний DMA)	Да	16	16
6	SCSI-адаптер/доступно для использования	Да	16	16
7	Доступно для использования	Да	16	16

Разрешение аппаратных конфликтов. Если вы работаете в Windows 9*x* и имеете систему Plug and Play, то для разрешения конфликта следует воспользоваться встроенным средством Device Manager (диспетчером устройств).

Можно также прочитать документацию на компьютер и установленные в нем устройства (накопитель на магнитной ленте, CD-ROM и др.). Более подробно эта тема рассматривается в главе 10.

Чаще всего конфликты возникают при использовании следующих устройств:

- SCSI-адаптеров;

- сетевых плат;
- плат адаптеров мыши;
- адаптеров последовательных портов COM3 и COM4;
- адаптера параллельного порта LPT2;
- внутреннего модема;
- интерфейсной платы сканера.

Для того чтобы определить устройство, конфликтующее со звуковой платой, временно выньте все платы расширения, кроме звуковой платы и плат, без которых нельзя обойтись (например, видеоадаптера). После этого вставляйте платы по одной до тех пор, пока звуковая плата не перестанет работать. Плата, вставленная последней, и будет причиной конфликта.

Обнаружив вызвавшую конфликт плату, можно изменить либо ее настройку, либо настройку звуковой платы. В любом случае придется изменить канал DMA, линию прерывания IRQ или адрес ввода-вывода. Для этого нужно либо изменить положения перемычек и переключателей на плате, либо воспользоваться программой конфигурации звуковой платы.

Другие неисправности звуковых плат

В симптомах неисправностей различных звуковых плат много общего. Разобраться в них и выяснить причины проблем вам помогут советы, приведенные ниже.

Отсутствует звук. Если плата не издает ни единого звука, выполните следующее.

- Убедитесь, что звуковая плата настроена правильно, и при возникновении конфликта с другими устройствами задайте необходимые установки.
- Проверьте, подключены ли колонки к линейному выходу или к гнезду `Speaker`.
- Если используются колонки со встроенными усилителями, проверьте напряжение батарей и правильность подключения источника питания.
- Убедитесь, что вилка стереофонических колонок вставлена в гнездо стерео-, а не монофонического выхода.
- Проверьте, правильно ли настроен программный микшер. Управление многими звуковыми платами осуществляется программой-микшером для DOS и/или Microsoft Windows, с помощью которой можно установить необходимые параметры сигналов, поступающих от различных источников, например от микрофона или проигрывателя компакт-дисков. Управлять можно как записью, так и воспроизведением. В режиме воспроизведения увеличьте общую громкость или поверните регулятор громкости динамика. Настройку в DOS можно регулировать с помощью файла CONFIG.SYS или AUTOEXEC.BAT либо определенных клавиш.
- Воспользуйтесь установочной (SETUP) или диагностической программой звуковой платы и проверьте правильность регулировки громкости. В такие программы обычно входят тестовые образцы воспроизводимых звуков.
- Выключите компьютер примерно на минуту, а затем снова включите его. Возможно, такой аппаратный перезапуск (вместо нажатия кнопки `Reset` или комбинации <Ctrl+Alt+Del>) позволит устранить проблему.
- Если звук отсутствует в игре, убедитесь, что игра совместима с вашей звуковой платой. Например, для некоторых игр необходимо, чтобы плата использовала прерывание IRQ 7, канал DMA 1 и адрес порта ввода-вывода 220 или была совместима с Sound Blaster.

Работает только один звуковой канал. Если звук слышен только из одной колонки, выясните следующее.

- Не используется ли монофонический штекер, вместо стереофонического? Часто монофонический штекер вставляют в стереофоническое гнездо. Убедитесь, что на штекере два изолирующих кольца (у монофонического только одно).
- Загружен ли драйвер? Если драйвер не загружен через файл CONFIG.SYS, в некоторых платах работает только левый канал. Снова запустите установочную программу звуковой платы.

Слабая громкость. Если звук слишком тихий, выясните следующее.

- К тому ли разъему подключены колонки? Колонкам требуется более высокий, чем наушникам, уровень сигнала.
- Правильно ли настроен микшер? Отрегулируйте громкость в микшере DOS или Windows. Если громкость должна изменяться с помощью комбинаций клавиш, попробуйте их использовать.
- Не установили ли вы слишком низкий исходный уровень громкости? Для некоторых звуковых плат громкость задается как параметр при загрузке драйвера в файле CONFIG.SYS. Возможно, параметр, определяющий громкость, слишком мал.
- Достаточно ли мощности усилителей звуковой платы для работы колонок? Попробуйте использовать другие колонки или включите между звуковой платой и колонками стереоусилитель.

Треск в колонках. Треск в колонках может быть вызван различными причинами. В первую очередь обратите внимание на следующее.

- Проверьте, не расположена ли звуковая плата слишком близко к другим платам расширения. С их стороны на звуковую плату могут воздействовать электрические помехи. Переставьте звуковую плату в слот, максимально удаленный от других плат.
- Не расположены ли колонки слишком близко к монитору? На колонки могут воздействовать помехи со стороны монитора. Отодвиньте их подальше.
- Не купили ли вы дешевую звуковую плату с частотным синтезом? Большинство плат, использующих частотный, а не таблично-волновой метод генерации звука, имеет некачественный выходной сигнал. Некоторые пользователи считают, что их плата повреждена, в то время как любая дешевая звуковая плата с частотным синтезом не в состоянии генерировать качественный звук. Если вы столкнулись с такой проблемой, то приобретите вдобавок к вашей звуковой плате дочернюю плату с таблично-волновым синтезом, и тогда вы полностью ощутите превосходство высококачественного звука.

Компьютер не запускается. Если компьютер не запускается, то это может означать, что плата вставлена в слот не полностью. Выключите компьютер и осторожно надавите на плату, чтобы она встала на место.

Ошибки четности и неустойчивая работа программ. Компьютер может вывести сообщение об ошибке четности или просто зависнуть.

Если звуковая плата и какое-либо другое устройство, используют одни и те же ресурсы (***линии прерывания***, ***каналы ПДП***, ***порты ввода-вывода***) то возникают ошибки четности и компьютер зависает. Для того чтобы этого не происходило, нужно корректно распределить ресурсы между всеми устройствами системы. Лучше всего сохранить все установки звуковой платы, а изменения вносить в устройство, с которым происходит конфликт. Для этого изучите техническую документацию и определите, что и как нужно сделать.

Неисправности джойстика. Если ваш джойстик не работает, выясните следующее.

- Не используете ли вы два игровых порта? Если в компьютере уже установлен игровой порт, то с ним может конфликтовать порт джойстика звуковой платы. Для устранения конфликта отключите один из них. Многие адаптеры ввода-вывода IBM-совместимых компьютеров имеют следующую особенность: при установке звуковой платы игровой порт, расположенный на этих адаптерах, автоматически отключается.
- Не слишком ли "быстрый" у вас компьютер? Некоторые быстродействующие компьютеры плохо работают с дешевыми игровыми портами. Например, в разгар битвы вы можете неожиданно "перевернуться вверх ногами" или просто потерять управление, что является признаком несоответствия игрового порта. Большинство встроенных в звуковую плату игровых портов работает лучше, чем такие же порты, расположенные на платах ввода-вывода. Существуют адаптеры игровых портов, которые прекрасно работают с "быстрыми" системами. Многие платы поставляются с программой, позволяющей настроить джойстик, а некоторые даже имеют два порта, так что вы можете насладиться игрой вместе с партнером. Можно также снизить быстродействие компьютера, отключив режим Turbo.

Другие проблемы. К сожалению, некоторые проблемы, связанные со звуковыми платами, разрешить очень трудно. Может случиться так, что некоторые особенности вашего компьютера окажутся непреодолимым препятствием при установке звуковой платы. Например, проблема может возникнуть с микросхемами материнской платы, которые по-своему организуют процесс прямого доступа к памяти, в результате чего возникает несовместимость с некоторыми платами или драйверами. Иногда конфликт разрешается после переустановки некоторых опций в CMOS. Такие проблемы устраняются методом проб и ошибок.

Компьютерные стандарты основаны лишь на добровольных соглашениях множества крупных и мелких фирм, но иногда BIOS или системная плата какой-нибудь фирмы не вполне соответствует этим стандартам.

Колонки

Для успешных коммерческих презентаций, работы с мультимедиа и MIDI нужны высококачественные стереофонические колонки. Стандартные колонки слишком велики для рабочего стола, поэтому придется приобрести меньшие по размеру.

Часто звуковые платы не обеспечивают достаточной для колонок мощности. Даже 4 Вт (как у большинства звуковых плат) бывает мало для того, чтобы "раскачать" колонки высокого класса. Кроме того, обычные колонки создают магнитные поля и, будучи установленными рядом с монитором, могут искажать изображение на экране. Эти же поля могут испортить записанную на дискетах информацию.

Чтобы разрешить эти проблемы, колонки для компьютерных систем должны быть небольшими и с высоким КПД. В них должна быть предусмотрена магнитная защита, например, в виде ферромагнитных экранов в корпусе или электрической компенсации магнитных полей.

Замечание

Несмотря на то что в большинстве компьютерных колонок есть магнитная защита, не оставляйте надолго рядом с ними магнитные ленты с записями, кредитные карточки и дискеты.

Качество звука зависит от качества динамиков. Конечно, выходной сигнал 16-разрядной платы сам по себе не вызывает нареканий, но и 8-разрядная плата через хороший динамик "звучит" неплохо. Но дешевый динамик может испортить звук и от той, и от другой.

На сегодняшний день выпускаются десятки моделей динамиков: от дешевых миниатюрных устройств фирм Sony, Koss и LabTech до больших агрегатов с автономным питанием, например фирм Bose и Altec Lansing. Для оценки качества динамика нужно иметь представление о его параметрах.

- *Частотная характеристика (frequency response).* Этот параметр определяет полосу частот, воспроизводимых динамиком. Наиболее логичным был бы диапазон от 20 Гц до 20 кГц — он соответствует частотам, которые воспринимает человеческое ухо, но ни один динамик не может идеально воспроизводить звуки всего этого диапазона. Очень немногие люди слышат звуки выше 18 кГц. Самый высококачественный динамик воспроизводит звуки в диапазоне частот от 30 Гц до 23 кГц, а у дешевых моделей звук ограничивается диапазоном от 100 Гц до 20 кГц. Частотная характеристика является самым субъективным параметром, так как одинаковые, с этой точки зрения, динамики могут звучать совершенно по-разному.
- *Нелинейные искажения (TDH — Total Harmonic Distortion).* Этот параметр определяет уровень искажений и шумов, возникающих в процессе усиления сигнала. Попросту говоря, искажения представляют собой разность между подаваемым на динамик звуковым сигналом и слышимым звуком. Величина искажений измеряется в процентах, и допустимым считается уровень искажений, равный 0,1%. Для высококачественной аппаратуры стандартом считается уровень искажений 0,05%. У некоторых динамиков искажения достигают 10%, а у наушников — 2%.
- *Мощность.* Этот параметр обычно выражается в ваттах на канал и обозначает выходную электрическую мощность, подводимую к колонкам. Во многих звуковых платах есть встроенные усилители с мощностью до 8 Вт на канал (обычно — 4 Вт). Иногда этой мощности недостаточно для воспроизведения всех оттенков звука, поэтому во многих колонках устанавливаются встроенные усилители. Такие колонки можно переключать в режим усиления сигнала, поступающего со звуковой платы.

Для питания колонок часто используются две или четыре батареи. Чтобы не менять их слишком часто, лучше купить (в комплекте с колонками или отдельно) сетевой блок питания. Вы также можете воспользоваться блоком питания от другой аппаратуры, если выдаваемое им напряжение подойдет для колонок, но при подключении обязательно соблюдайте полярность.

В зависимости от сложности и стоимости колонок их органы управления могут быть разными. Зачастую в каждой из них имеется регулятор громкости, хотя иногда он бывает общим для обоих колонок. Раздельное управление громкостью нужно тогда, когда одна из колонок расположена намного ближе к слушателю, чем другая, и уровни сигналов в них должны быть разными. В некоторых колонках устанавливаются отдельные переключатели для высоких и низких частот или трехполосный эквалайзер для плавной регулировки тембра на низких, средних и высоких частотах. Если вы полагаетесь на усиление звука самой платой и встроенный усилитель колонки отключаете, то эти средства, естественно, не действуют. Характер звучания при этом целиком определяется усилителем мощности, установленным на звуковой плате.

Выход звуковой платы подключается с помощью стереоразъема (диаметром 1/8 дюйма) к одной из колонок. Затем сигнал по отдельному кабелю от одной колонки подается на другую. Покупая комплект колонок, обратите внимание на длину соединительных кабелей. Если у вас компьютер с корпусом Tower, который стоит на полу рядом с рабочим столом, то для подключения к нему колонок вам понадобится более длинный кабель, чем в случае использования настольной модели.

Не советую вам приобретать колонки с функцией энергосбережения — если они не используются в течение определенного времени, то их питание отключается, а при подаче на них любого сигнала вновь возобновляется. Но дело в том, что обратное включение происхо-

дит не мгновенно, а с некоторой задержкой, и при этом начало воспроизводимой музыки или речи "проглатывается".

Вместо колонок можно использовать наушники. При этом вы никому не будете мешать даже при самом немыслимом грохоте в вашей любимой игре.

Микрофон

Обычно микрофоны не входят в комплекты звуковых плат, но они нужны при записи речи в WAV-файл. Выбрать микрофон довольно просто: его разъем (обычно диаметром 1/8 дюйма) должен соответствовать гнезду на звуковой плате. В большинстве микрофонов устанавливается выключатель (для отключения выходного сигнала).

Как и динамики, микрофоны имеют свои частотные характеристики, но эти параметры для них не столь важны, поскольку частотный диапазон человеческого голоса ограничен. Если вы собираетесь записывать только речь, можете обойтись дешевым микрофоном с узкой полосой рабочих частот. Частотный диапазон дорогих микрофонов намного шире диапазона человеческой речи. Но зачем же тратить деньги на то, чем все равно не пользуешься?

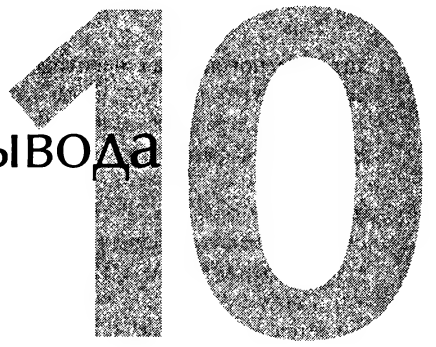
Для записи музыки лучше приобрести дорогой высококачественный микрофон, но помните, что при 8-разрядной звуковой плате музыкальная запись, сделанная как с дорогого, так и с дешевого микрофонов, окажется одинаково плохой.

Микрофон должен соответствовать условиям записи. При работе в шумном офисе лучше пользоваться направленным микрофоном — это позволит избавиться от посторонних звуков. Для записи общей беседы нужен ненаправленный микрофон. Если вы хотите чтобы руки оставались свободными, воспользуйтесь микрофоном на подставке.

Если микрофон не поставлялся с вашей платой, приобретите его в любом магазине музыкальных инструментов или электроники. Но при покупке обязательно обратите внимание на значение выходного сопротивления микрофона.

Глава 10

Интерфейсы ввода-вывода



Последовательные порты, параллельные порты, универсальная последовательная шина, FireWire (IEEE-1394), SCSI и IDE — все это интерфейсы ввода-вывода.

В этой главе речь пойдет об основных интерфейсах ввода-вывода, используемых в современных персональных компьютерах. При обсуждении интерфейса ввода-вывода дисковых накопителей, главным образом, будут рассматриваться SCSI и IDE, поскольку именно они являются наиболее популярными интерфейсами быстродействующих запоминающих устройств, используемых в настоящее время.

Последовательные и параллельные порты

Основными средствами коммуникации, используемыми в ПК, являются последовательные и параллельные порты. К последовательным портам чаще подключаются двунаправленные устройства, которые должны как передавать информацию в компьютер, так и принимать ее. Такими устройствами являются модемы, мышь, сканеры и т.п.

Параллельные порты, как правило, используются для подключения принтеров и работают в однонаправленном режиме, хотя могут применяться и как двунаправленные. Некоторые фирмы выпускают программы, предназначенные для организации высокоскоростной передачи данных между компьютерами через последовательные или параллельные порты. Версии этих программ передачи файлов были включены в DOS версии 6.0 и выше (Interlink), Windows 95 и Windows 98. Существуют версии сетевых адаптеров, накопителей на магнитной ленте, дисководов для гибких дисков и CD-ROM, которые также подключаются к параллельным портам.

Последовательные порты

Асинхронный последовательный интерфейс — это основной тип интерфейса, с помощью которого осуществляется взаимодействие между компьютерами. Термин *асинхронный* означает, что при передаче данных не используются никакие синхронизирующие сигналы и отдельные символы могут передаваться с произвольными интервалами — так же, как, например, при вводе данных с клавиатуры.

Каждому символу, передаваемому через последовательное соединение, должен предшествовать стандартный *стартовый* сигнал, а завершать его передачу должен *стоповый* сигнал. Стартовый сигнал — это нулевой бит, называемый *стартовым битом*. Его назначение — сообщить принимающему устройству о том, что следующие 8 битов представляют собой байт данных. После символа передаются один или два стоповых бита[1], сигнализирующие об окончании передачи символа. В принимающем устройстве символы распознаются по появлению стартовых и стоповых сигналов, а не по моменту их передачи. Асинхронный интерфейс ориентирован на передачу символов (байтов), а при передаче используется примерно 20% информации только для идентификации каждого символа.

1 Стоповый бит иногда называется также стоповым элементом. — *Прим. ред.*

Термин *последовательный* означает, что передача данных осуществляется по одиночному проводнику, а биты при этом передаются последовательно, один за другим. Такой тип связи характерен для телефонной сети, в которой каждое направление обслуживает один проводник. Многие компании выпускают дополнительные последовательные порты для компьютеров, обычно эти порты устанавливаются на многофункциональных платах или на плате с параллельным портом. На рис. 10.1 показан стандартный 9-контактный разъем последовательного порта типа AT, а на рис. 10.2 — более распространенный 25-контактный разъем.

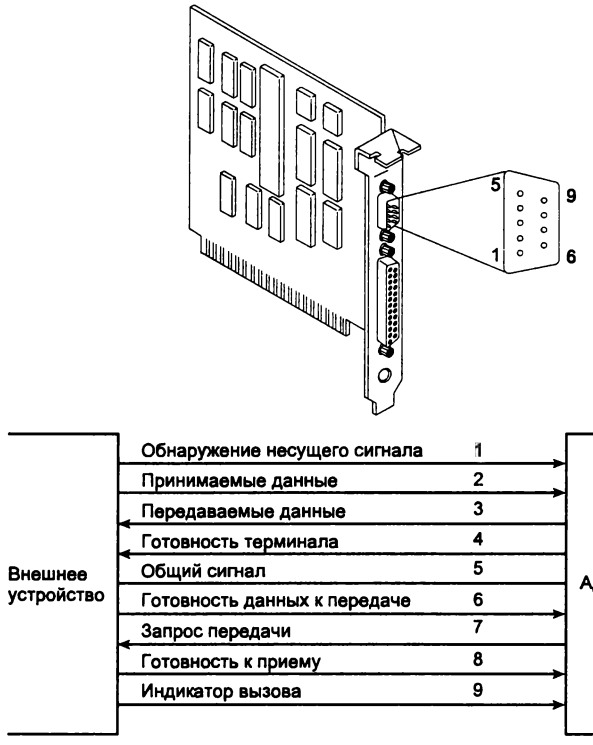
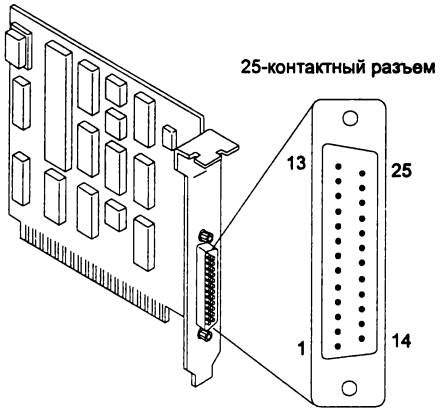


Рис. 10.1. Девятиконтактный разъем последовательного порта типа AT

К последовательным портам можно подключить самые разнообразные устройства: модемы, плоттеры, принтеры, другие компьютеры, весы или схему управления устройствами. В основном во всех устройствах, для которых необходима двунаправленная связь с компьютером, используется ставший стандартом последовательный порт RS-232C (Reference Standard number 232 revision C — стандарт обмена номер 232 версии C), который позволяет передавать данные между несовместимыми устройствами.

В официальных технических требованиях рекомендуется максимальная длина кабеля — не более 50 футов. Ограничивающим фактором является полная емкость кабеля и входных контуров интерфейса. Максимальная емкость определена как 2500 пФ. Специально разработаны кабели с малой емкостью, их длина может достигать 500 футов и больше. Есть также драйверы[1] линии (усилители/повторители (репитеры)), которые позволяют еще больше увеличить длину кабеля.

[1] Специальные электронные схемы. — *Прим. ред.*



Внешнее устройство	Описание	Контакт	Асинхронный последовательный порт (RS-232C)
	Корпус	1	
←	Передаваемые данные	2	
→	Принимаемые данные	3	
←	Запрос передачи	4	
→	Готовность к приему	5	
→	Готовность данных к передаче	6	
	Общий сигнал	7	
→	Обнаружение несущего сигнала	8	
←	Токовый выход передатчика (+)	9	
	Корпус	10	
←	Токовый выход передатчика (-)	11	
	Корпус	12	
	Корпус	13	
	Корпус	14	
	Корпус	15	
	Корпус	16	
	Корпус	17	
→	Токовый вход приемника (+)	18	
	Корпус	19	
←	Готовность терминала	20	
	Корпус	21	
→	Индикатор вызова	22	
	Корпус	23	
	Корпус	24	
→	Токовый вход приемника (-)	25	

Рис. 10.2. Стандартный 25-контактный разъем последовательного порта

Назначения выводов разъемов последовательных портов приведены в табл. 10.1 и 10.2, а соответствие выводов между 9- и 25-контактным разъемами — в табл. 10.3.

Таблица 10.1. Назначение выводов 9-контактного (AT) разъема последовательного порта

Вывод	Сигнал	Описание	Тип вывода
1	CD (Carrier Detect)	Обнаружение несущего сигнала	Вход
2	RD (Receive Data)	Принимаемые данные	Вход
3	TD (Transmit Data)	Передаваемые данные	Выход
4	DTR (Data Terminal Ready)	Готовность терминала	Выход
5	SG (Signal Ground)	Общий сигнал	—
6	DSR (Data Set Ready)	Готовность данных к передаче	Вход
7	RTS (Request To Send)	Запрос передачи	Выход
8	CTS (Clear To Send)	Готовность внешнего устройства к приему	Вход
9	RI (Ring Indicator)	Индикатор вызова	Вход

Таблица 10.2. Назначение выводов 25-контактного (PC, XT и PS/2) разъема последовательного порта

Вывод	Сигнал	Описание	Тип вывода
1	—	Корпус	—
2	TD (Transmit Data)	Передаваемые данные	Выход
3	RD (Receive Data)	Принимаемые данные	Вход
4	RTS (Request To Send)	Запрос передачи	Выход
5	CTS (Clear To Send)	Готовность внешнего устройства к приему	Вход
6	DSR (Data Set Ready)	Готовность данных к передаче	Вход
7	SG (Signal Ground)	Общий сигнал	—
8	CD (Carrier Detect)	Обнаружение несущего сигнала	Вход
9	—	Токовый выход передатчика (+)	Выход
11	—	Токовый выход передатчика (–)	Выход
18	—	Токовый вход приемника (+)	Вход
20	DTR (Data Terminal Ready)	Готовность терминала	Выход
22	RI (Ring Indicator)	Индикатор вызова	Вход
25	—	Токовый вход приемника (–)	Вход

Таблица 10.3. Соответствие выводов между 9- и 25-контактными разъемами

9-контактный разъем	25-контактный разъем	Сигнал	Описание
1	8	CD	Обнаружение несущего сигнала
2	3	RD	Принимаемые данные
3	2	TD	Передаваемые данные
4	20	DTR	Готовность терминала
5	7	SG	Общий сигнал
6	6	DSR	Готовность данных к передаче
7	4	RTS	Запрос передачи
8	5	CTS	Готовность внешнего устройства к приему
9	22	RI	Индикатор вызова

Замечание

В системах Macintosh используется аналогичный последовательный интерфейс, называемый RS-422. Большинство современных внешних модемов могут взаимодействовать как с RS-232, так и с RS-422, но лучше убедиться, что внешний модем, который вы устанавливаете, рассчитан именно для вашего типа компьютера.

Микросхема UART. Основой любого последовательного порта является *микросхема UART* (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter — универсальный асинхронный приемник/передатчик*). С ее помощью осуществляется управление преобразованием данных из принятого от компьютера параллельного формата в последовательный и наоборот.

В настоящее время фирмы-производители предлагают несколько видов микросхем UART. В первых компьютерах PC и XT применялась микросхема UART 8250, которая до сих пор устанавливается на многих дешевых платах последовательных портов. В компьютерах PC/AT (и в других компьютерах на базе процессора 286 и последующих) используется микросхема UART 16450. Единственное различие между этими двумя микросхемами заключается в способности обеспечивать высокоскоростной обмен данными: микросхема 16450 лучше приспособлена для этих целей.

Микросхема UART 16550 была первой схемой последовательного порта, которая использовалась в компьютерах PS/2. Она могла работать так же, как и микросхемы 8250 и 16450, но содержала еще и буфер на 16 байт, позволяющий передавать данные с более высокой скоростью. Буфер использовался по принципу FIFO (First In/First Out — первым пришел — первым ушел[1]). К сожалению, у этой схемы были существенные недостатки, связанные именно с работой буфера. Они были устранены в микросхеме UART 16550A. В настоящее время фирма National Semiconductor выпускает микросхему UART 16550D.

[1] Очередь: тот, кто раньше пришел, раньше и обслуживается. — *Прим. ред.*

Совет

Микросхема UART 16550A совместима по контактам с UART 16450. Если у вас установлена микросхема UART 16450, то, заменив ее микросхемой UART 16550, вы сможете повысить производительность последовательного интерфейса.

Лучше использовать последовательный порт, в котором установлена быстродействующая и надежная микросхема 16550A. Впрочем, в большинстве современных системных плат последовательные порты вместе с микросхемой UART встроены в микросхему Super I/O. Если же вы не знаете, какая именно микросхема установлена в вашем компьютере, выясните это с помощью диагностической программы MSD, которая входит в Windows, MS DOS 6.x и Windows 95.

Замечание

Если у вас установлена Windows 95 или 98, то для получения информации о микросхеме UART щелкните на кнопке Пуск (Start), затем выберите Настройка⇨Панель управления, щелкните на пиктограмме Модемы, появится диалоговое окно Свойства: Модемы. В нем выберите вкладку Диагностика и щелкните на кнопке Дополнительно. На экране появится диалоговое окно Дополнительно. В этом диалоговом окне будут указаны параметры порта, включая и тип микросхемы UART. Если к порту подключен модем, то вы увидите также информацию о модеме[1].

Запомните: основным разработчиком этих микросхем является компания National Semiconductor (NS). Однако даже если ваша микросхема UART выпущена другой компанией, то она совместима с одной из микросхем данного вида, выпускаемых NS (вероятнее всего, с 16550). Единственное, в чем вам необходимо убедиться, так это в том, что ваша микросхема имеет 16-байтовый буфер FIFO, поскольку именно этот буфер содержится в микросхемах NS 16550.

Список стандартных микросхем UART, используемых в персональных компьютерах, приведен в табл. 10.4.

Таблица 10.4. Микросхемы UART, используемые в компьютерах PC и AT

Микросхема	Описание
8250	Первая микросхема, использовавшаяся в последовательном порту PC. У нее есть несколько недостатков, но не очень серьезных. BIOS компьютеров PC и XT разрабатывались с учетом как минимум одного из них. Позже эта микросхема была заменена 8250B
8250A	Никогда не используйте эту вторую модификацию 8250. В ней исправлены некоторые недостатки 8250, в частности — в регистре разрешения прерываний, но поскольку BIOS компьютеров PC и XT строились с расчетом на этот недостаток, микросхема 8250A в таких компьютерах устойчиво не работает. Она должна устанавливаться в компьютерах AT, не рассчитанных на упомянутый недостаток. Эта микросхема не обеспечивает передачи данных со скоростью 9600 бит/с

[1] Если в вашей системе модемы не установлены, сценарий будет несколько иной: после щелчка на пиктограмме Модемы система предложит установить модем. Даже если у вас нет модема, установите какой-нибудь внешний модем. Далее можете следовать вышеописанным инструкциям. Впрочем, будет еще одно незначительное отличие: при диагностировании система выведет окно Ждите ответа, а через несколько секунд — предупреждение о том, что отклик модема не получен. Щелкните на кнопке OK. После этого появится диалоговое окно Дополнительно. — *Прим. ред.*

Окончание табл. 10.4

Микросхема	Описание
8250B	Последняя модификация 8250, в которой исправлены недостатки двух предшествующих. Особенность микросхемы 8250 выдавать ошибочные прерывания, в расчете на которую строились процедуры BIOS компьютеров PC и XT, в этой микросхеме восстановлена, что делает ее наиболее подходящей для последовательных портов, устанавливаемых в компьютерах PC и XT. Микросхема 8250B может также работать в AT-системах под управлением DOS, однако она плохо работает со скоростью обмена 9600 бит/с
16450	Разработана для компьютеров AT IBM как наиболее быстродействующая модификация микросхемы 8250. Поскольку в микросхеме 16450 был исправлен недостаток в регистре разрешения прерываний, данную микросхему нельзя устанавливать в компьютерах PC и XT, рассчитанных на этот дефект. Для нормального функционирования последовательных портов в OS/2 необходима как минимум микросхема 16450, иначе последовательный порт не будет работать корректно. В микросхему добавлен высокоскоростной регистр в качестве старшего регистра. Микросхема 16450 используется, в основном, в компьютерах AT, так как обеспечивает более высокую скорость передачи данных, чем 8250B
16550	Улучшенный вариант микросхемы 16450. Из-за просчетов при разработке микросхему нельзя использовать в режиме с буфером FIFO, но программисты могут использовать несколько каналов прямого доступа к памяти, что повышает пропускную способность на AT и более мощных системах. Я настоятельно советую вам заменить UART 16550 микросхемой 16550A
16550A	Быстродействующий вариант 16450 со встроенным (и работоспособным) буфером FIFO на 16 байт, работающим в режиме как приема, так и передачи. Также может работать с несколькими каналами DMA. Эту микросхему устанавливают на платах последовательных портов, предназначенных для высокоскоростного обмена данными (более 9600 бит/с). Если в вашей коммуникационной программе используется FIFO (что наиболее вероятно), то применение микросхемы 16550A позволит существенно увеличить скорость обмена и избежать при этом потери символов

Высокоскоростные последовательные порты

Некоторые производители коммуникационного оборудования значительно улучшили скоростные качества модемов с помощью ускоренной передачи последовательных данных, которая стала возможной после введения портов *Enhanced Serial Ports* (*ESP*) и *Super High Speed Serial Ports*. Эти порты позволяют модемам, работающим со скоростью 28800 бит/с, обмениваться данными с компьютерами, работающими со скоростью до 921600 бит/с.

Высокая скорость обмена данными через порт обеспечивается благодаря увеличению объема буфера. Как правило, эти порты построены на микросхемах UART 16550AF (или ее эмуляторе со спаренными буферами объемом 1024 байт и встроенным управлением потоком данных), 16650 и 16750. Использование подобных портов может принести огромную выгоду, если и на передающем, и на принимающем компьютерах установлены порты ESP. В этом случае скорость передачи данных может составлять 230 или 460 Кбит/с, что особенно важно при подключении к линиям ISDN. Полный набор последовательных и параллельных портов изготовляется компанией Lava Computer Mfg.

Поскольку продолжает увеличиваться потребность в дополнительных устройствах, подключаемых к последовательным портам, многим пользователям не достаточно двух стандартных портов COM, которые встроены в наиболее современные системные платы. В результате были созданы *многопортовые платы с последовательными портами*. Эти платы обычно имеют от 2 до 32 портов. Причем часто с их помощью достигаются более высокие скорости передачи данных (в бодах), чем при передаче данных через стандартный последовательный порт.

В большинстве многопортовых плат с последовательными портами используются стандартные микросхемы 16550 UART с процессором (обычно процессор 80x86) и некоторая память. Эти платы могут слегка улучшать эксплуатационные показатели, потому что процессор специально предназначен для последовательной обработки информации. Однако, это — не всегда лучший метод повышения эффективности.

Большинство микросхем UART, используемых в IBM-совместимых системах, либо выпущены самой фирмой National Semiconductor, либо являются точной копией аналогичной микросхемы этой фирмы. Определить данную микросхему легко: необходимо найти самую большую микросхему на плате последовательного порта и прочесть написанный на ней номер. Если микросхемы UART устанавливаются в гнезда, то заменить их довольно просто. Микросхемы UART в вашей системе можно модернизировать, купив плату ввода-вывода или внутренний модем, в котором установлена микросхема 16550A.

Замечание

В микросхеме 8250 имеется недостаток, который заключается в том, что после обращения к ней случайно вырабатывается сигнал прерывания. Процедуры BIOS компьютеров PC и XT учитывают возможность появления этой ошибки, поэтому, если установить микросхему без такого дефекта, возможны периодические зависания компьютера. В микросхемах 16450 и 16550(A) этой особенности формирования прерывания нет, и BIOS компьютеров AT написаны без ее учета.

Микросхему 16550A выпускает несколько фирм, но первой была фирма National Semiconductor. Полный номер микросхемы этой фирмы — NS16550AN или NS16550AFN в 40-контактном DIP-корпусе. Обязательно убедитесь в том, что на плате установлена *именно* микросхема 16550A (или ее более поздняя версия, например NS16550D), а не ее предыдущая модификация 16550. Чтобы приобрести микросхему, вы можете связаться с производителями микросхем, например с фирмами Fry's Electronics и Jameco Electronics.

Конфигурация последовательных портов

Каждый раз, когда в последовательный порт поступает очередной байт, к этому обстоятельству должно быть "привлечено внимание" компьютера. Осуществляется это подачей сигнала на *линию запроса прерывания* (*IRQ*). В 8-разрядной системной шине ISA предусмотрено 8 таких линий, а в 16-разрядной ISA — 16. Обычно запросы IRQ обслуживает микросхема контроллера прерываний типа 8259: в стандартной конфигурации для порта COM1 предназначена линия IRQ 4, а для порта COM2 — линия IRQ 3.

При установке в компьютер последовательный порт необходимо настроить для использования конкретного *адреса порта* ввода-вывода и прерывания IRQ. Лучше всего при этом использовать стандарты, принятые для последовательных портов (табл. 10.5).

Таблица 10.5. Стандартные адреса ввода-вывода и прерывания для последовательных портов

Тип шины	Имя порта	Адрес порта	Прерывание
Все	COM1	3F8h	IRQ 4
Все	COM2	2F8h	IRQ 3
ISA	COM3	3E8h	IRQ 4*
ISA	COM4	2E8h	IRQ 3*

** Хотя порты COM3 и COM4 могут совместно с портами COM1 и COM2 использовать прерывания IRQ 3 и IRQ 4, я настоятельно не рекомендую конфигурировать порты таким образом. Если вам необходимы дополните льные последовательные порты, то лучше уста-*

новите COM3 на IRQ 5 или IRQ 10, а COM4 — на IRQ 11 (конечно, если эти прерывания IRQ не используются другими адаптерами).

Если вы, кроме стандартных COM1 и COM2, устанавливаете еще и дополнительные последовательные порты, то обязательно убедитесь, что они используют уникальные номера прерываний, не вызывающие конфликтов. При установке адаптера последовательных портов проверьте, не используются ли прерывания IRQ 3 и IRQ 4. В большинстве случаев рекомендуется присваивать порту COM3 прерывание IRQ 10, а COM4 — IRQ 11. Необходимо заметить, что многие адаптеры SCSI также используют прерывание IRQ 11, поэтому постарайтесь избежать возможных конфликтов в этой области.

Проблемы могут также возникнуть при регистрации этих портов в BIOS. Если при тестировании POST оказывается, что последовательный порт по адресу 3F8 не обнаружен, а адрес 2F8 занят, то последовательному порту COM1 ошибочно присваивается адрес ввода-вывода 2F8. Если в этом случае через DOS обратиться к COM1, то выяснится, что последовательный порт или модем не работает.

Еще одна проблема заключается в том, что в BIOS компьютеров с шиной ISA фирмы IBM не предусмотрена возможность использования COM3 и COM4. Поэтому DOS-команда MODE не может выполняться для последовательных портов с номерами выше 2, так как DOS получает информацию ввода-вывода от BIOS, которая, в свою очередь, идентифицирует подключенные устройства с помощью процедуры POST. При этом в старых компьютерах указанная процедура проверяет только два первых порта. Улучшенная BIOS систем PS/2 проверяет до восьми последовательных портов, хотя возможности DOS ограничены только четырьмя.

Чтобы как-то обойти это ограничение, многие коммуникационные программы и некоторые последовательные периферийные устройства (например, мышь) работают со старшими портами COM, обращаясь к ним непосредственно, а не через вызов функций DOS. Например, коммуникационная программа PROCOMM работает с дополнительными портами, даже если они не предусмотрены в BIOS и DOS. Конечно, если ваш компьютер или программное обеспечение не может работать с дополнительными портами или вам необходимо переадресовать данные с помощью программы MODE, то могут возникнуть проблемы.

В Windows 95 и Windows 98 добавлена поддержка 128 последовательных портов, каждому из которых соответствует номер порта, поддерживаемого DOS. Это позволяет с помощью многопортовых плат комплектовать и совместно использовать данные от нескольких устройств через один разъем и одно прерывание.

Некоторые утилиты позволяют добавить в BIOS информацию о портах COM, делая их доступными для DOS. Одной из лучших среди них является программа Port Finder.

Эта программа активизирует дополнительные порты, сообщая BIOS их адреса и организуя обмен адресами между различными портами. Такой обмен позволяет обращаться к COM3 и COM4 программам, в которых подобная возможность ранее не предусматривалась.

Для дополнительных портов должны использоваться отдельные прерывания. Если вы работаете одновременно с двумя портами, то используемые ими прерывания должны быть разными. Не рекомендуется применять общее прерывание для двух портов, хотя это и широко использовалось перед появлением многозадачных операционных систем вроде Windows 95 и OS/2. Если же вы используете больше двух последовательных портов, то в стандартной конфигурации возможны следующие комбинации одновременно работающих портов:

COM1 (IRQ 4) и COM2 (IRQ 3);

COM1 (IRQ 4) и COM4 (IRQ 3);

COM2 (IRQ 3) и COM3 (IRQ 4);

COM3 (IRQ 4) и COM4 (IRQ 3).

Разделите устройства, подключаемые к портам COM, на две группы (по два) и подключите их так, чтобы с портами, использующими одно прерывание, были соединены те последовательные устройства, которые не будут работать одновременно, а одновременно работающие порты использовали порты с разными прерываниями. Еще раз напомним, что в компьютерах PS/2, использующих шину MCA, эти проблемы отсутствуют, так как в BIOS можно установить дополнительные порты, а в шине MCA прерывания могут совместно использоваться различными адаптерами (этим свойством обладают и компьютеры, работающие на шине EISA).

Если ваш компьютер построен на базе шины ISA, VL-Bus или PCI, то не рекомендуется одну из линий прерывания распределять между несколькими последовательными портами (хотя шина PCI и предоставляет такую возможность). Подобные действия могут привести к возникновению большого количества проблем, особенно в многозадачных операционных системах (в Windows 95, Windows NT или OS/2). При покупке адаптера COM-порта необходимо убедиться, что он *позволяет* использовать прерывания IRQ 9–IRQ 15, благодаря чему ваш компьютер сможет работать с некоторыми из свободных 16-разрядных прерываний.

Для того чтобы правильно настроить платы последовательных портов в компьютерах с шиной ISA, вам, скорее всего, придется переставлять перемычки и переключатели. Подобных плат выпускается очень много, поэтому сведения о том, как это сделать, лучше всего искать в документации к конкретному изделию.

Тестирование последовательных портов

Последовательные и параллельные порты можно протестировать программным или аппаратно-программным способом. Программные тесты выполняются с помощью специальных программ, например MSD, а аппаратно-программные — с помощью разъемов-заглушек, подключаемых к портам.

Программа Microsoft Diagnostics (MSD). Диагностическая программа MSD входит в MS DOS 6.x, Microsoft Windows и Windows 95. Ранние версии программы поставлялись также с некоторыми приложениями Microsoft, такими как Microsoft Word для DOS. Хочу заметить, что на компакт-диске с Windows 95 эта программа, как правило, находится в каталоге \other\msd, а на компакт-диске с Windows 98 — в каталоге \tools\oldmsdos. MSD автоматически не устанавливается при инсталляции операционной системы. Чтобы использовать эту программу, вы должны запустить ее непосредственно с компакт-диска или предварительно скопировать с компакт-диска на жесткий диск.

Многие программы диагностики типа MSD работают лучше (дают наиболее точные результаты) в среде DOS. По этой причине рекомендуется запускать машину повторно в режиме DOS перед их использованием.

Для запуска программы MSD перейдите в каталог, в котором расположен файл MSD.EXE. Разумеется, этого можно не делать, если соответствующий каталог указан в переменной PATH. В командной строке DOS введите `MSD` и нажмите <Enter>. Через некоторое время на экране появится меню.

Выберите опцию `COM PORTS` (Последовательные порты) — появится информация о микросхеме UART, установленной в последовательном порту вашего компьютера, а также о доступных портах. Если в этот момент какой-нибудь из портов используется, например к нему подключена мышь, то программа сообщит и об этом.

Программа MSD хороша тем, что отображает на экране информацию только о тех портах, которые доступны, другими словами, если какой-нибудь из портов не реагирует на тест, он не попадает в отчет программы, поэтому при проверке неисправности портов я всегда использую эту программу.

Диагностика в Windows 95 и Windows 98. Информация о том, работают ли порты, отображается и в Windows 95 и Windows 98. Для проверки щелкните *правой* кнопкой мыши на пиктограмме `My Computer` (`Мой компьютер`), и в появившемся меню выберите пункт

Properties (Свойства). В появившемся диалоговом окне выберите вкладку Device Manager (Устройства) — на экране отобразится список подключенных к компьютеру устройств. Если устройство функционирует неправильно, то рядом с его названием появится *восклицательный знак* в желтом кружке. Раскройте список портов и дважды щелкните на нужном порте. Windows 95/98 укажет, работает ли этот порт, или же назовет устройства, которые конфликтуют с этим портом.

Тестирование с замыканием петли. Одним из самых надежных является *тест с замыканием петли*, который позволяет проверить исправность как самого последовательного порта, так и подключенных кабелей. Замыкать при этом можно как внутреннюю (цифровую), так и внешнюю (аналоговую) петли. Тест с внутренней петлей может быть выполнен только с помощью диагностической программы (без дополнительных устройств).

Тест с внешней петлей более эффективен, однако для его выполнения необходим специальный разъем-заглушка, который подключается к гнезду проверяемого порта. Данные, которые передаются последовательным портом, проходя через эту заглушку, возвращаются на приемные контакты разъема, т.е. порт работает одновременно в режимах передачи и приема. Разъем-заглушка представляет собой простой интерфейсный кабель, замыкающий порт на самого себя. Большинство диагностических программ может выполнять тестирование с замыканием петли, причем необходимые разъемы очень часто прилагаются к тестирующим дискетам. Даже если у вас нет необходимого разъема, то его можно купить или сделать самому.

Ниже перечислены соединения, которые сделаны в стандартной тройной заглушке IBM. С ее помощью можно выполнить все тесты, предусмотренные как в программе IBM Advanced Diagnostics, так и в других совместимых программах.

В 25-контактном разъеме-заглушке для проверки последовательных портов (DB25S) программами фирмы IBM выводы соединены следующим образом:

1 — 7;
2 — 3;
4 — 5 — 8;
6 — 11 — 20 — 22;
15 — 17 — 23;
18 — 25.

Для программы NDIAGS.EXE (Norton Diagnostics), входящей в пакет Norton Utilities версий 7.x и выше, нужны нестандартные заглушки, схемы соединений которых отличаются от схем остальных заглушек. Если вы попытаетесь воспользоваться обычными разъемами, перекоммутированными в соответствии со стандартом IBM, то проверка последовательных и параллельных портов закончится неудачей. Конечно, фирма Symantec продает соответствующие заглушки, но стоят они порядка 30 долларов, поэтому проще изготовить их самостоятельно. В 25-контактном разъеме-заглушке для проверки последовательных портов (DB25S) программами фирмы Symantec выводы соединены следующим образом:

2 — 3;
4 — 5;
6 — 8 — 20 — 22.

В 9-контактном разъеме-заглушке для проверки последовательных портов (DB9S) программами фирмы IBM выводы соединены следующим образом:

1 — 7 — 8;
2 — 3;
4 — 6 — 9.

В 9-контактном разъеме-заглушке для проверки последовательных портов (DB9S) программами фирмы Symantec выводы соединены следующим образом:

2 — 3;
7 — 8;
1 — 4 — 6 — 9.

Преимущество использования заглушки состоит в том, что с ее помощью можно протестировать также кабель: для этого достаточно надеть ее на другой конец кабеля.

Параллельные порты

В параллельных портах для одновременной передачи байта информации используется восемь линий. Этот интерфейс отличается высоким быстродействием, часто применяется для подключения к компьютеру принтера, а также соединения компьютеров. (Ведь при этом существенно выше скорость передачи данных, чем при соединении через последовательные порты: 4 бита, а не 1 бит за раз.) Существенным недостатком параллельного порта является то, что соединительные провода не могут быть слишком длинными. При большой длине соединительного кабеля в него приходится вводить промежуточные усилители сигналов, так как в противном случае возникает большое количество помех. Назначение выводов стандартного параллельного порта приведено в табл. 10.6.

Таблица 10.6. Стандартный 25-контактный разъем параллельного порта

Вывод	Сигнал	Тип вывода
1	Строб (–)	Выход
2	Данные, бит 0 (+)	Выход
3	Данные, бит 1 (+)	Выход
4	Данные, бит 2 (+)	Выход
5	Данные, бит 3 (+)	Выход
6	Данные, бит 4 (+)	Выход
7	Данные, бит 5 (+)	Выход
8	Данные, бит 6 (+)	Выход
9	Данные, бит 7 (+)	Выход
10	Подтверждение (–)	Вход
11	Занятость (+)	Вход
12	Закончилась бумага (+)	Вход
13	Выбор (+)	Вход
14	Автоматический перевод строки (–)	Выход
15	Ошибка (–)	Вход
16	Инициализация принтера (–)	Выход
17	Выбор входа (–)	Выход
18	Данные, возврат бита 0 (–)/Общий	Вход
19	Данные, возврат бита 1 (–)/Общий	Вход
20	Данные, возврат бита 2 (–)/Общий	Вход
21	Данные, возврат бита 3 (–)/Общий	Вход
22	Данные, возврат бита 4 (–)/Общий	Вход
23	Данные, возврат бита 5 (–)/Общий	Вход
24	Данные, возврат бита 6 (–)/Общий	Вход
25	Данные, возврат бита 7 (–)/Общий	Вход

В течение нескольких последних лет были введены новые типы параллельных портов. Некоторые из них предназначены только для компьютеров IBM, в то время как остальные используются в любых IBM-совместимых компьютерах. Ниже перечислены самые распространенные типы параллельных портов.

- Однонаправленный порт (4-разрядный).
- Двунаправленный порт (8-разрядный).
- Усовершенствованный параллельный порт (EPP).
- Порт с расширенными возможностями (ECP).

Ниже приведено краткое описание указанных типов параллельных портов.

Однонаправленный порт (4-разрядный). В первом компьютере IBM PC существовал только один параллельный порт, предназначенный для передачи информации от компьютера к какому-либо устройству, например к принтеру. Однако нельзя сказать, что в то время еще не было двунаправленных портов — они уже использовались в некоторых промышленных и любительских компьютерах.

"Однонаправленность" параллельного порта первого PC вполне соответствовала его основному назначению — передаче данных на принтер. Однако во многих случаях желательно было иметь двунаправленный параллельный порт даже для принтера (чтобы можно было реализовать обратную связь, например для принтеров типа PostScript). С однонаправленным параллельным портом осуществить это было невозможно.

Такой тип параллельных портов не предназначался для использования в качестве входа, однако с помощью специальных схем (в которых четыре сигнальные линии могут быть представлены как 4-разрядное соединение) и однонаправленного параллельного порта можно обеспечить 8-разрядный выход и 4-разрядный вход. В настоящее время этот тип портов используется довольно редко, так как в компьютерах, выпущенных после 1993 года, как правило, устанавливаются параллельные порты наподобие 8-разрядного, EPP и ECP.

Подключение 4-разрядного параллельного порта к обычным устройствам обеспечивает скорость передачи данных 40–60 Кбайт/с, но при использовании различных усовершенствований пропускную способность можно увеличить до 140 Кбайт/с.

Двунаправленные порты (8-разрядные). Двунаправленный параллельный порт *типа 1* впервые появился в 1987 году в компьютерах PS/2. Даже сегодня в IBM-совместимых компьютерах можно найти порты, которые обычно обозначаются как параллельные порты *типа PS/2*, *двунаправленные* и *расширенные (extended)* параллельные порты. С помощью такого порта появилась возможность организовать двусторонний обмен данными между компьютером и различными периферийными устройствами. Для этого используется несколько бывших до этого свободными контактов разъема параллельного порта, а направление передачи информации определяется специальным битом состояния.

В документации фирмы IBM этот порт в PS/2 называется *параллельным портом типа 1*. В компьютерах других фирм вскоре начали устанавливать аналогичные порты, совместимые с портом типа 1. Обычно эти порты имели конфигурацию двух стандартов и двунаправленных режимов, поэтому, если вы специально не переключаете подобный порт в двунаправленный режим, он будет работать как обычный однонаправленный порт. Конфигурирование портов обычно выполняется с помощью программы CMOS SETUP или программы, содержащейся на установочной дискете. В большинстве компьютеров, выпущенных после 1991 года, предусмотрена возможность такого конфигурирования.

Двунаправленные порты типа 1 могут работать с 8-разрядными входом и выходом, используя для этого восемь стандартных линий передачи данных, пропускная способность которых при подключении внешних устройств значительно выше, чем для 4-разрядных портов. Скорость передачи данных при работе через двунаправленный порт типа 1 составляет поряд-

ка 80–300 Кбайт/с и зависит, в основном, от производительности и пропускной способности подключаемого устройства, драйвера программного обеспечения и электронных характеристик порта.

В компьютерах PS/2 моделей 57, 90 и 95 фирмы IBM впервые появился параллельный порт *типа 3*. Благодаря использованию канала прямого доступа к памяти он отличается очень высокой пропускной способностью. Однако этот порт устанавливается только в компьютерах фирмы IBM.

Предшественником порта типа 3 был порт 2. Его производительность была не намного меньше, тем не менее он практически не использовался в системах IBM.

Усовершенствованный параллельный порт (EPP). Усовершенствованный параллельный порт (EPP — Enhanced Parallel Port) — это новый тип параллельного порта, который иногда называют *быстродействующим параллельным портом*. Он был разработан фирмами Intel, Xircom и Zenith Data Systems и выпущен в октябре 1991 года. Первыми устройствами, предлагающими возможности усовершенствованного параллельного порта, были портативные компьютеры фирмы Zenith Data Systems, адаптеры фирмы Xircom и микросхема Intel 82360 SL I/O.

Порт EPP работает практически на всех скоростях, поддерживаемых шиной ISA, и предлагает десятикратное увеличение пропускной способности по сравнению с обычным параллельным портом. Этот тип портов разработан специально для таких подключаемых к параллельному порту устройств, как сетевые адаптеры, дисководы и накопители на магнитной ленте. Усовершенствованный параллельный порт соответствует требованиям нового стандарта IEEE 1284 для параллельных портов и передает данные со скоростью 1–2 Мбайт/с.

После выхода в 1992 году микросхемы Intel 82360 SL I/O многие производители начали выпускать аналогичные устройства ввода-вывода, в которых были реализованы возможности EPP. Это породило проблему, состоящую в том, что процедуры работы EPP на микросхемах различных производителей довольно существенно различались.

Версия 1.7 порта EPP, выпущенная в марте 1992 года, была первой популярной версией, определяющей требования к аппаратному обеспечению. Эта версия не поддерживает стандарт IEEE 1284. В некоторой технической документации ошибочно ссылаются на "EPP версии 1.9" как на некий стандарт EPP. *Запомните:* версии 1.9 EPP не существует, а все спецификации EPP, вышедшие после версии 1.7, являются частью стандарта IEEE 1284.

Таким образом, существует два несовместимых стандарта: стандарт EPP версии 1.7 и стандарт IEEE 1284. Однако благодаря тому, что оба этих стандарта довольно похожи друг на друга, стали выпускать периферийное оборудование, поддерживающее оба стандарта, но в некоторых случаях устройства для EPP 1.7 могут не работать с портами IEEE 1284.

Порт с расширенными возможностями (ECP). Другой тип высокоскоростного параллельного порта, называемый *портом с расширенными возможностями (Enhanced Capabilities Port — ECP)*, был разработан фирмами Microsoft и Hewlett-Packard и выпущен в 1992 году. Так же, как и EPP, этот порт обладал повышенной производительностью и требовал для своей работы специальной логики устройств.

Порт с расширенными возможностями соответствует требованиям стандарта IEEE 1284. Однако, в отличие от порта EPP, он не является портом, специально разработанным для подключения устройств к IBM-совместимым компьютерам. Основная цель разработки и выпуска этого типа параллельных портов — поддержка "недорогого" подключения высокоскоростных принтеров. Еще одним отличием ECP от EPP является то, что режим работы первого из них требует использования канала прямого доступа к памяти (DMA), который никак не определен в EPP (что зачастую приводит к конфликтам, связанным с устройствами, которые также используют прямой доступ к памяти). Большинство компьютеров, в которых установлены новейшие микросхемы, могут работать как в режиме ECP, так и в EPP, однако при взаимодействии с устройствами, подключаемыми к параллельным портам, режим EPP работает лучше.

Стандарт IEEE 1284. Стандарт IEEE 1284 был окончательно утвержден в марте 1994 года. В нем определены физические характеристики параллельных портов (режимы передачи данных и т.д.).

Кроме того, в стандарте IEEE 1284 описан характер изменения внешних сигналов, поступающих на многорежимные параллельные порты компьютера, т.е. на порты, которые могут работать в 4- и 8-разрядном режимах, а также в режимах EPP и ECP.

Хотя IEEE 1284 был выпущен с целью стандартизации форм сигналов, с помощью которых компьютер "общается" с подключаемыми устройствами, в частности с принтером, этот стандарт интересен и для производителей периферийных устройств, подключаемых к параллельным портам (дисководов, сетевых адаптеров и др.).

Поскольку IEEE 1284 предназначен только для аппаратного обеспечения и не определяет требования к программному обеспечению, работающему с параллельными портами, вскоре был разработан стандарт, определяющий требования к подобному программному обеспечению и направленный на устранение различий между микросхемами параллельных портов разных производителей. В нем, в частности, описана спецификация для поддержки режима EPP через BIOS.

Стандартом IEEE 1284 предусмотрена более высокая пропускная способность соединения между компьютером и принтером или двумя компьютерами. Для реализации этой возможности стандартный кабель принтера не подходит. Стандартом IEEE 1284 для принтера предусмотрена витая пара Category 5 (Категории 5), благодаря которой можно поднять скорость до 100 Мбит/с.

В стандарте IEEE 1284 определен также новый порт. Разъем типа A в стандарте IEEE 1284 определен как штырьковый разъем DB25, разъем типа B — как разъем Centronics 36. Новый разъем, называемый разъемом типа C, является разъемом высокой плотности. Такие разъемы (типа C) уже устанавливаются на принтерах Hewlett-Packard. Разъемы всех трех типов показаны на рис. 10.3.

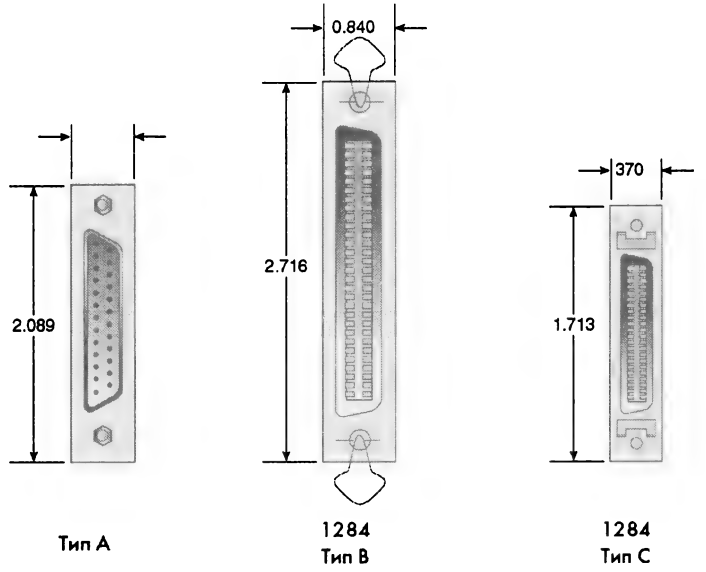


Рис. 10.3. Три различных разъема, определенных в стандарте IEEE 1284

Обновление параллельного порта для работы в режимах EPP и ECP. Если вы решили купить компьютер, то выберите тот, в котором установлена микросхема ввода-вывода Super I/O, которая поддерживает работу в режимах EPP и ECP. Чтобы определить тип параллельного порта в системе, можно воспользоваться утилитой *Parallel*. Эта утилита предназначена для исследования параллельных портов системы. Благодаря данной утилите вы можете узнать типы портов, адреса ввода-вывода, адреса линий запроса прерываний, название базовой системы ввода-вывода, а также много другой полезной информации. Эта информация может быть также записана в файл. Parallel использует очень сложные методы для детектирования порта и запросов прерываний. Заказать данную утилиту можно в компании Parallel Technologies.

Если в вашем компьютере установлен порт не EPP/ECP, то можете его обновить. Для этого рекомендую связаться с компаниями Farpoint Communications (**http//www.fapo.com/**), Byterunner Technologies (**http://www.byterunner.com/**), а также Lava Computer Mfg.

Конфигурация параллельных портов

Конфигурация параллельных портов значительно проще конфигурации последовательных портов. Даже в BIOS первых компьютеров IBM PC было предусмотрено три порта LPT, и все версии DOS рассчитаны на это же количество. В табл. 10.7 приведены стандартные адреса ввода-вывода и установки прерываний для параллельных портов.

Таблица 10.7. Стандартные адреса ввода-вывода и прерывания параллельных портов

	Порты LPT		Ввод-вывод	
Тип шины	**Стандартные**	**Альтернативные**	**Порт**	**IRQ**
8/16-разрядная ISA	LPT1	—	3BCh	IRQ 7
8/16-разрядная ISA	LPT1	LPT2	378h	IRQ 5
8/16-разрядная ISA	LPT2	LPT3	278h	Нет

Поскольку в BIOS и DOS всегда определены три параллельных порта, проблемы даже в старых компьютерах возникают редко. Однако они могут появиться в системах с шиной ISA из-за нехватки аппаратных прерываний. Для обычной печати порт с аппаратным прерыванием не является жизненно необходимым — во многих программах эта возможность даже не предусмотрена. Однако прерывания иногда используются в программах, например, при выполнении фоновых процессов печати в сети или других процессов печати с подкачкой данных (из буфера).

При быстрой распечатке на лазерном принтере также используются прерывания. Именно поэтому, если вы используете одну из указанных программ, работать она будет очень медленно (если вообще будет работать). Единственным выходом из такой ситуации является использование порта с прерыванием. В современных компьютерах операционные системы MS DOS и Windows 95 могут поддерживать до 128 параллельных портов.

При конфигурировании параллельных портов в компьютерах с шиной ISA обычно переставляют перемычки и переключатели. Учитывая многообразие плат, предоставляемых в настоящее время различными производителями, необходимо перед конфигурацией ознакомиться с руководством по эксплуатации, практически всегда содержащим полезные сведения об этой процедуре.

Устройства, подключаемые к параллельным портам. Разработчики первой модели IBM PC предполагали, что параллельный порт будет использоваться только для подключения принтера. Однако за последние годы появилось огромное количество устройств, которые

можно подключить к компьютеру через параллельный порт. К параллельным портам может подключаться все: от накопителей на магнитной ленте до сетевых адаптеров и накопителей CD-ROM. Некоторые производители предлагают даже модемы, подключаемые не к последовательному порту, а к параллельному, что позволяет увеличить скорость передачи данных.

Часто двунаправленный параллельный порт используется для передачи данных между двумя компьютерами, например между настольным и портативным. Если в обоих компьютерах установлены EPP/ECP-порты, то скорость передачи данных может достигать 2 Мбайт/с, что сравнимо со скоростью чтения с жесткого диска. Следствием этих улучшений явилось резкое увеличение числа программ, позволяющих выполнять такой обмен.

Соединительные кабели для параллельных портов. Для связи двух компьютеров через параллельные порты необходим специальный кабель. Этот кабель часто называется *Interlink-кабелем*[1], так как подобный вид соединения поддерживается с помощью утилиты INTERLNK, которая поставляется в DOS версий 6.0 и последующих. Установить соединение можно и с помощью других утилит, например Fastlynx и Laplink, предлагаемых на рынке разработчиками программного обеспечения. При соединении двух компьютеров через параллельный порт, кроме специального кабеля, используют также особый способ подключения, что позволяет повысить производительность при работе с коммерческим программным обеспечением. Такой высокопроизводительный кабель вы можете сделать сами.

На семинарах я использую кабель Interlink длиной 15 м (это высококачественный экранированный кабель), который я сделал сам. С его помощью я могу свободно копировать мегабайты информации со своего компьютера на компьютеры студентов. Для передачи данных между различными устройствами рекомендуется использовать программы Fastlynx (Rupp Corp.), Laplink (Travelling Software), а также Interlink (последняя входит в DOS версии 6.0 и последующие). Такие же возможности предусмотрены и в Windows 95. Независимо от выбранной программы вам понадобится специальный кабель.

На обоих концах кабеля, предназначенного для соединения параллельных портов, монтируются штыревые разъемы DB-25. Для передачи данных используется 11 проводников. Контакты разъемов должны быть соединены так, как указано в табл. 10.8.

Таблица 10.8. Соединение контактов в нуль-модемном кабеле

Вывод 25-контактного разъема	Сигнал		Сигнал	Вывод 25-контактного разъема
2	Данные, бит 0	⟷	Ошибка (–)	13
3	Данные, бит 1	⟷	Выбор	15
4	Данные, бит 2	⟷	Окончание бумаги	12
5	Данные, бит 3	⟷	Подтверждение (–)	10
6	Данные, бит 4	⟷	Занят	11
15	Ошибка (–)	⟷	Данные, бит 0	2
13	Выбор	⟷	Данные, бит 1	3
12	Окончание бумаги	⟷	Данные, бит 2	4
10	Подтверждение (–)	⟷	Данные, бит 3	5
11	Занят	⟷	Данные, бит 4	6
25	Общий	⟷	Общий	25

[1] Такой кабель также называется нуль-модемным, или *LapLink-кабелем*. — *Прим. ред.*

Чтобы получить так называемый *Turbo-кабель*, разработанный фирмой Rupp для использования с программой *Fastlynx*, к уже указанным соединениям нужно добавить еще 7 (всего в кабеле окажется 18 отдельных проводников). Этот кабель можно использовать для организации связи между компьютерами с помощью других коммерческих программ. При этом обеспечивается максимальная скорость обмена данными. Дополнительные соединения в Turbo-кабеле приводятся ниже.

Выводы 25-контактного разъема	Сигнал		Сигнал	Выводы 25-контактного разъема
1	Строб (–)	⟷	Данные, бит 5	7
7	Данные, бит 5	⟷	Строб (–)	1
8	Данные, бит 6	⟷	Автоматический перевод строки (–)	14
9	Данные, бит 7	⟷	Инициализация принтера (–)	16
14	Автоматический перевод строки (–)	⟷	Данные, бит 6	8
16	Инициализация принтера (–)	⟷	Данные, бит 7	9
17	Выбор входа (–)	⟷	Выбор входа (–)	17

В Windows 95 и более новые версии включена специальная программа, называемая DCC (Прямое кабельное соединение), которая позволяет соединить два компьютера через нуль-модемный (LapLink) кабель. Для вызова этой программы выберите Пуск⇨Программы⇨Стандартные⇨Связь⇨Прямое кабельное соединение. При необходимости обратитесь к документации к Windows. Компания Parallel Technologies поставляет специальные кабели для прямого кабельного соединения компьютеров.

Тестирование параллельных портов

Осуществить проверку параллельных портов в большинстве случаев намного проще, чем провести тестирование последовательных. Используемые для этого процедуры практически такие же, как и для последовательных портов.

Аналогичны не только программы тестирования параллельных портов, но и вспомогательные устройства (в частности, разъем-заглушка). Тип заглушки зависит от используемых программ тестирования.

В 25-контактном разъеме-заглушке для проверки параллельных портов (DB25P) программами фирмы IBM выводы соединены следующим образом:

1 — 13;
2 — 15;
10 — 16;
11 — 17.

В 25-контактном разъеме-заглушке для проверки параллельных портов (DB25P) программами Norton Utilities выводы соединены следующим образом:

2 — 15;
3 — 13;
4 — 12;
5 — 10;
6 — 11.

Будущее параллельных и последовательных портов

В настоящее время разработано два высокоскоростных устройства с последовательной шиной, предназначенных для настольных и портативных компьютеров, которые получили названия *USB (Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина)* и *FireWire*, или *IEEE 1394*. Возможности этих высокоскоростных коммуникационных портов намного выше стандартных параллельных и последовательных портов, которые установлены в большинстве современных компьютеров. Преимуществом новых портов является то, что их можно использовать как альтернативу SCSI для высокоскоростных соединений с периферийными устройствами, а также то, что к ним могут подсоединяться все типы внешних периферийных устройств (т.е. была предпринята попытка объединения устройств ввода-вывода).

Последним направлением в развитии высокоскоростных периферийных шин является использование последовательной архитектуры. Для передачи информации в параллельной архитектуре, где биты передаются одновременно, необходимы линии с 8, 16 и большим количеством проводов. Может показаться, что за одно время через параллельный канал передается больше данных, чем через последовательный, однако на самом деле увеличить пропускную способность последовательного соединения *намного* легче, чем параллельного.

Параллельное соединение обладает рядом недостатков, одним из которых является фазовый сдвиг сигнала, из-за чего длина параллельных каналов, например SCSI, ограничена (не должна превышать 3 м). Проблема здесь заключается в том, что, хотя 8- и 16-разрядные данные одновременно пересылаются передатчиком, из-за *задержек* одни биты прибывают в приемник раньше других. Соответственно, чем длиннее кабель, тем больше время задержки между первым и последним прибывшими битами на приемном конце.

В последовательном соединении данные передаются друг за другом, поэтому вероятности того, что один бит "обгонит" другой, нет, и скорость передачи может быть значительно увеличена.

Еще одним преимуществом последовательного способа передачи данных является то, что он позволяет использовать только одно- или двухпроводный канал, и потому помехи, возникающие при передаче, очень малы, чего нельзя сказать о параллельном соединении.

Стоимость параллельных кабелей довольно высокая, поскольку, помимо того, что используется большое количество проводов, предназначенных для параллельной передачи, эти провода специальным образом укладываются, дабы предотвратить возникновение помех, а это очень трудоемкий и дорогостоящий процесс. Кабели для последовательной передачи данных, напротив, очень дешевые, так как состоят из нескольких проводов и требования к их экранированию намного ниже, чем у параллельных.

Именно по этим причинам, а также в силу требований внешнего периферийного интерфейса Plug and Play и необходимости устранения физического нагромождения портов в портативных компьютерах были разработаны эти две высокоскоростные последовательные шины, используемые в компьютерах уже сегодня.

Универсальная последовательная шина USB

В универсальной последовательной шине USB (Universal Serial Bus) была реализована возможность подключения большого количества периферийных устройств к компьютеру. При подключении устройств к USB не нужно устанавливать платы в разъемы системной платы и реконфигурировать систему; и, кроме того, экономно используются такие важные системные ресурсы, как IRQ (запросы прерывания). При подключении периферийного оборудования к персональным компьютерам, оборудованным шиной USB, настройка устройств происходит автоматически, сразу после физического подключения, без перезагрузки или установки.

Основным инициатором разработки стандарта USB выступила компания Intel. Начиная с набора микросхем системной логики Triton II (82430HX), в котором стандарт USB был во-

площен в микросхеме PIIX3 South Bridge, фирма Intel поддерживает этот стандарт во всех своих наборах микросхем системной логики. Совместно с компанией Intel над созданием универсальной последовательной шины работало еще семь компаний, среди которых Compaq, Digital, IBM, Microsoft, NEC и Northern Telecom. Эти фирмы создали форум USB Implement Forum, целями которого являются развитие, поддержка и распространение архитектуры USB.

Универсальная последовательная шина — это интерфейс, работающий со скоростью 12 Мбит/с (1,5 Мбайт/с) и основанный на простом 4-проводном соединении. Эта шина поддерживает до 127 подключаемых устройств и использует топологию звезды, построенную на расширяющих концентраторах (hub — хабах), которые могут входить в ПК, в любое периферийное устройство USB и даже быть отдельными устройствами (рис. 10.4). Для таких низкоскоростных периферийных устройств, как клавиатура и мышь, в универсальной последовательной шине предусмотрен более "медленный" подканал, работающий со скоростью 1,5 Мбит/с.

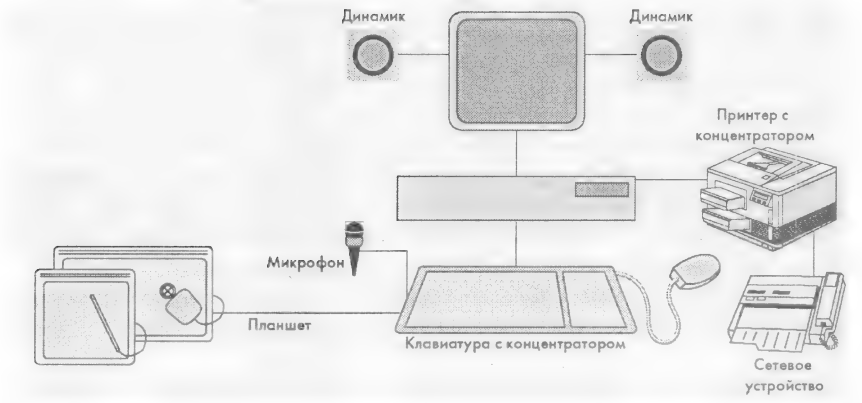


Рис. 10.4. В персональном компьютере может использоваться несколько концентраторов USB для подключения различных периферийных устройств, причем любое устройство можно подсоединить к любому концентратору

Максимальная длина кабеля между двумя работающими на предельной скорости (12 Мбит/сек) устройствами или устройством и концентратором — пять метров. В кабеле используется экранированная витая пара (толщина провода — 20). Максимальная длина кабеля для низкоскоростных (1,5 Мбит/сек) устройств при использовании нескрученной пары проводов — три метра. Причем эти расстояния уменьшаются, если используется более тонкий провод (табл. 10. 9).

Таблица 10.9. Зависимость максимальной длины кабеля от удельного сопротивления проводов

Толщина	Удельное сопротивление (Ом/м)	Длина (макс.), м
28	0,232	0,81
26	0,145	1,31
24	0,091	2,08
22	0,057	3,33
20	0,036	5,00

Хотя скорость при передаче данных по USB не так велика, как при передаче данных по FireWire или SCSI, тем не менее ее вполне достаточно для подключения периферийного оборудования.

Разъем (штепсель) USB мал и, в отличие от типичного кабеля, подсоединяемого к последовательному или параллельному порту, не прикручивается винтами. Штепсель USB (рис. 10.5) вставляется в разъем USB на персональном компьютере. В табл. 10.10 приведена схема расположения выводов в 4-проводном разъеме USB.

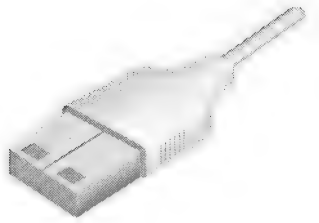


Рис. 10.5. Штепсель USB можно зафиксировать с помощью пружины в разъеме USB

Таблица 10.10. Схема расположения выводов в разъеме USB

Штырь	Название сигнала	Примечание
1	VCC	Кабель электропитания
2	Данные (-)	
3	Данные (+)	
4	Общий	Заземление кабеля

Шина USB удовлетворяет требованиям технологии Plug and Play фирмы Intel, в том числе требованию *горячего* подключения, при котором устройство может подсоединяться к компьютеру *без* выключения питания и перезагрузки системы. Нужно просто подключить устройство, после чего контроллер USB, установленный в ПК, самостоятельно его обнаружит, а также определит и разместит необходимые для работы ресурсы и драйверы. Компания Microsoft уже разработала специальные драйверы USB и включила их в новые версии Windows 95 и Windows NT. Поддержка универсальной последовательной шины необходима также и в BIOS; шина USB устанавливается в новых системах, имеющих встроенные порты USB. Существуют также платы USB, с помощью которых можно добавить возможности универсальной последовательной шины в уже существующие компьютеры. К шине USB можно подключить такие периферийные устройства, как модемы, телефоны, джойстики, клавиатуры и устройства управления указателем (мыши).

Интересной особенностью универсальной последовательной шины также является возможность подвода мощности ко всем подключаемым устройствам через шину. Поддержка Plug and Play позволяет системе "опрашивать" подключаемое устройство об его энергетических потребностях и выдает предупреждение, если уровень мощности превосходит допустимый. Это особенно полезно в случае портативных компьютеров, емкость батарей которых ограничена.

Благодаря устройствам USB осуществляется самоопределение периферийного оборудования, что значительно упрощает его инсталляцию. Это означает, что не нужно устанавливать уникальные адреса для каждого периферийного устройства — шина USB делает это автоматически. Причем при подключении или отключении устройств USB не нужно выключать

компьютер или перезагружать систему. Однако должно быть выполнено одно условие — операционная система должна поддерживать USB. Поначалу Windows 95 и Windows NT 4.0 не поддерживали USB, но позже поддержка USB была реализована в версии OSR-2 (OEM Service Release 2) Windows 95 (также называемую Windows 95B). Windows 98 и Windows NT 5.0 имеют все средства для поддержки USB. Вероятно, стандарт USB будет широко использоваться и в последующие годы.

Одним из самых значительных достоинств интерфейса типа USB является то, что для обслуживания всех устройств шины USB требуется только одно-единственное прерывание. Это означает, что можно присоединить 127 устройств, и все они будут использовать одно прерывание. В современных персональных компьютерах так часто не хватает свободных адресов прерываний, что это — пожалуй, самое ценное достоинство USB.

FireWire (IEEE 1394)

Шина FireWire — это высокоскоростная локальная последовательная шина, способная передавать данные со скоростью 100, 200 и 400 Мбит/с (12,5, 25 и 50 Мбайт/с), а при работе с некоторыми типами файлов — до 1 Гбит/с. Стандарт на шину IEEE 1394 (официальное название шины FireWire) был опубликован в IEEE Standards Board в конце 1995 года. Он был разработан на основе шины FireWire, представленной фирмами Apple и Texas Instruments, и является частью нового стандарта Serial SCSI.

Эта шина использует простой 6-проводный кабель, состоящий из двух различных пар линий, предназначенных для передачи тактовых импульсов и информации, а также двух линий питания. Как и USB, IEEE 1394 полностью поддерживает технологию Pug and Play, включая возможность *горячего* подключения (установка и извлечение компонентов без отключения питания системы). По структуре шина 1394 не так сложна, как параллельная шина SCSI, и устройства, подключаемые к ней, могут потреблять от нее ток до 1,5 А. По производительности шина IEEE 1394 превосходит Ultra-Wide SCSI, стоит гораздо меньше, а устройства к ней подсоединить гораздо проще.

Шина 1394 построена на разветвляющейся топологии и позволяет использовать до 63 узлов в цепочке и подсоединять при этом к каждому узлу до 16 устройств. Если этого недостаточно, то можно дополнительно подключить до 1023 шинных перемычек, которые могут соединять более 64000 узлов. Кроме того, шина 1394 может поддерживать устройства, построенные на одной шине, но работающие на разных скоростях передачи данных, точно так же, как и SCSI.

Подключить к компьютеру через шину 1394 можно практически все устройства, имеющие возможность работать с SCSI. Сюда входят все виды дисковых накопителей, включая жесткие, оптические, CD-ROM и новые цифровые видеодиски DVD. К шине 1394 могут подключаться цифровые видеокамеры, устройства с записью на магнитную ленту и многие другие высокоскоростные периферийные устройства. Вероятно, очень скоро шина 1394 начнет широко использоваться как в настольных, так и в портативных компьютерах, а с течением времени заменит все другие высокоскоростные шины.

В настоящее время наборы микросхем системной логики, поддерживающие шину 1394, уже предлагаются производителями. Появились адаптеры PCI, позволяющие добавить поддержку 1394 в существующие компьютеры. Также поддержка работы с этой шиной встроена в Windows 95/98 и Windows NT.

Интерфейсы запоминающих устройств

В последующих разделах этой главы речь пойдет об интерфейсах, обычно используемых запоминающими устройствами — главным образом, дисководами. Вы узнаете о различных дисковых интерфейсах, а также о недостатках и достоинствах интерфейса каждого типа. Под

дисковыми интерфейсами подразумеваются, например, такие компоненты ПК, как кабели от дисков и контроллеры. Интерфейс IDE, который широко используется в запоминающих устройствах современных ПК, разрабатывался как интерфейс жесткого диска. Однако сейчас он используется для поддержки не только жестких дисков, но и многих других устройств, таких, например, как накопители на магнитной ленте, дисководы CD-ROM, дисководы перезаписываемых компакт-дисков, дисководы Zip и др. Интерфейс SCSI изначально был предназначен для подключения самых разнообразных устройств, а не только дисков, и поэтому он еще более универсальный, чем IDE, и позволяет подключать даже такие устройства, как сканеры.

На сегодняшний день существует несколько типов интерфейсов жестких дисков. Поскольку с любым из них вы можете столкнуться при модернизации или ремонте компьютера, их всех необходимо знать, начиная от самых старых и заканчивая новейшими.

Сложности могут возникнуть при установке в компьютер нескольких жестких дисков, особенно если для них нужны интерфейсы различных типов.

Ниже будут описаны практически все существующие интерфейсы жестких дисков. Приведенные здесь параметры и технические характеристики могут оказаться полезными при выполнении самых разнообразных работ: поиске неисправностей, профилактическом обслуживании, модернизации и подключении жестких дисков с различными типами интерфейсов.

Кроме того, дальше будут рассмотрены стандартные контроллеры и принципы работы с ними, а также возможности их замены более быстродействующими устройствами. Будет подробно рассказано о таких дисковых интерфейсах, как ST-506/412, ESDI, IDE и SCSI. Правильный выбор интерфейса очень важен, поскольку от этого зависит тип и быстродействие жесткого диска, который можно будет установить в компьютер.

Основная функция контроллера накопителя, или интерфейса, — передача данных из системы в накопитель и обратно. От типа интерфейса зависит, с какой скоростью будут осуществляться эти операции, а это, в конечном счете, во многом определяет общую производительность компьютера. Приводимые в технической литературе статистические данные не всегда точно отражают истинное положение дел. Я постараюсь отделить мифы, в основе которых лежат некоторые чересчур завышенные показатели, от реальности.

Обычно при оценке быстродействия накопителя (особенно жесткого диска) в первую очередь обращают внимание на *среднее время поиска*, т.е. на среднее время, которое необходимо для перемещения головок с одной дорожки на другую. Сразу отмечу, что важность этого параметра часто *переоценивают*, особенно если сравнивать его с другими параметрами жесткого диска, например со скоростью передачи данных.

Скорость передачи данных между жестким диском и компьютером, как правило, является *более* важной характеристикой, поскольку большую часть времени жесткий диск затрачивает именно на считывание и запись информации, а не на перемещение головок. Скорость загрузки или чтения файла зависит, в основном, от скорости передачи данных. Разумеется, среднее время поиска существенно влияет на быстродействие выполнения некоторых специальных операций (например, на сортировку больших файлов, в ходе которой происходит обращение к случайно выбранным отдельным записям файла и, следовательно, многократно выполняется операция поиска). Однако при обычных операциях загрузки и сохранения файлов определяющей оказывается скорость обмена данными. А она, в свою очередь, зависит как от самого жесткого диска, так и от типа используемого интерфейса.

За время существования персональных компьютеров было разработано несколько интерфейсов. В нижеследующей таблице приведены типы интерфейсов, а также указано, когда они использовались.

Интерфейс	Когда использовался
ST-506/412	1978-1985
ESDI	1986-1989
IDE	1986 - по настоящее время
SCSI	1988 - по настоящее время

Из них только первых два можно считать настоящими интерфейсами между контроллером и диском. Интерфейсы SCSI и IDE — это интерфейсы системного уровня, в которых контроллер одного из первых двух типов выполнен в виде микросхемы (или комплекта микросхем) и встроен в диск. Например, в большинстве SCSI- и IDE-дисков установлено устройство, собранное по той же схеме, что и автономный ESDI-контроллер. В интерфейсе SCSI между контроллером и системной шиной вводится еще один уровень организации данных и управления, а интерфейс IDE взаимодействует с системной шиной непосредственно.

Если вы занимаетесь восстановлением данных, то вам нужно знать интерфейс, с которым вы работаете. Многие проблемы, возникающие при восстановлении данных, связаны с настройкой жесткого диска, а способы его установки и конфигурации для разных типов интерфейсов несколько различаются. Если диск установлен или настроен неправильно или если его параметры были случайно изменены пользователем, это может воспрепятствовать доступу к данным. Поэтому, если вы хотите заниматься восстановлением данных на профессиональном уровне, изучите особенности установки и конфигурации жестких дисков и контроллеров различных типов.

То обстоятельство, что фирма IBM придерживается вышеперечисленных стандартов, является большим преимуществом для пользователей IBM-совместимых компьютеров. Благодаря этому обеспечивается совместимость между компьютерами разных фирм. Вы можете открыть каталог, выбрать подходящий жесткий диск и заказать по телефону его доставку. И при этом можете быть уверены, что он будет работать в вашем компьютере. Это самая наглядная реализация принципа Plug and Play, а главный результат заключается в том, что можно выбрать жесткий диск с такой емкостью, быстродействием и прочими параметрами, которые вас устраивают.

Интерфейс ST-506/412

Интерфейс ST-506/412 разработан фирмой Seagate Technologies в 1980 году. Впервые он был использован в полноразмерном жестком диске формата 5,25 дюйма ST-506 с неформатированной емкостью 6 Мбайт (форматированная емкость — 5 Мбайт). По современным меркам этот жесткий диск был просто дорогой консервной банкой! В 1981 году был разработан жесткий диск ST-412, а в интерфейс введен так называемый *буфер поиска*. Неформатированная емкость этого жесткого диска составляла 12 Мбайт, а форматированная — 10 Мбайт. Этот диск тоже был консервной банкой, если судить с позиций сегодняшнего дня. В компьютерах IBM XT, помимо жестких дисков ST-412, устанавливались жесткие диски моделей 1012 фирмы Miniscribe и 5012 фирмы International Memories, Inc. Однако обе эти компании прекратили свое существование, а Seagate до сих пор остается крупнейшим изготовителем жестких дисков. Изделия именно этой компании устанавливались и продолжают устанавливаться в компьютерах самых различных фирм.

Благодаря тому, что большинство фирм — производителей жестких дисков стали придерживаться стандарта ST-506/412, он получил широкое распространение. Его главным достоинством является строгое следование принципу Plug and Play. Для подключения жестких дисков не нужны специальные кабели, и интерфейс не надо настраивать для конкретного устройства, а это означает, что практически любой жесткий диск ST-506/412 может работать с

любым контроллером ST-506/402. Единственная проблема, связанная с совместимостью, может возникнуть только в том случае, если BIOS не в состоянии выполнить все предусмотренные для этого интерфейса функции.

При введении в 1983 году этого интерфейса в компьютерный обиход дополнительные функции BIOS обеспечивались за счет того, что в контроллере устанавливалась специализированная микросхема ПЗУ. Вопреки сложившемуся мнению, в самой системной BIOS компьютеров PC и XT не предусмотрена возможность установки жесткого диска. Но уже в самых первых компьютерах AT элементы поддержки интерфейса ST-506/412 были изъяты из контроллера и включены в BIOS материнской платы. С тех пор улучшенная версия поддержки интерфейса ST-506/412 включается в BIOS материнских плат всех совместимых с IBM AT компьютеров (а таких большинство). Поскольку возможности этой поддержки, особенно в старых версиях BIOS, довольно ограничены, многие изготовители контроллеров вводят дополнительные элементы поддержки интерфейса в сами контроллеры (ROM BIOS на плате контроллера). В одних ситуациях системную BIOS и BIOS контроллера приходится использовать совместно, а в других — отключать одну из них и работать с другой.

Несмотря на встроенную в BIOS поддержку интерфейс ST-506/412 в современных быстродействующих компьютерах не применяется. Он разрабатывался для жесткого диска емкостью 5 Мбайт, и максимальные емкости жестких дисков, которые подключались к этому интерфейсу (из тех, с которыми мне доводилось сталкиваться), составляли 152 Мбайт (MFM-кодирование) и 233 Мбайт (RLL-кодирование). Поскольку допустимые емкости, быстродействие и возможности этого интерфейса весьма ограничены, в современных системах он не используется. Но его еще можно встретить во многих старых компьютерах.

Схемы кодирования данных и их недостатки

Схемы кодирования использовались в системах коммуникации для преобразования цифровых данных в аналоговые сигналы, которые можно передать по телефонной линии. В накопителях цифровые данные преобразуются (или кодируются) в последовательность магнитных сигналов, или изменений потока намагниченности[1], которые и "записываются" на диск. При считывании эти изменения потока намагниченности декодируются в цифровые данные.

Преобразование цифровых данных в переходы намагниченности, а также обратное преобразование при считывании осуществляются с помощью устройства, которое называется *шифратором/дешифратором*. Принципы работы шифратора/дешифратора аналогичны принципам работы модема (модулятора/демодулятора), так как в обоих случаях цифровые данные сначала преобразуются в аналоговую форму, а затем — снова в цифровые данные. Иногда шифратор/дешифратор называют *сепаратором данных*, так как он предназначен для разделения данных и сигнала синхронизации из последовательностей переходов намагниченности, "считанных" с диска.

Один из серьезных недостатков интерфейса ST-505/412 заключается в том, что шифратор/дешифратор устанавливается в контроллере, а не в самом накопителе, в результате чего передаваемый по кабелю аналоговый сигнал может оказаться искаженным. Эта проблема приобретает особую остроту при переключении контроллера ST-506/412 в режим RLL-кодирования, при котором на диске можно сохранить на 50% больше информации. Правда, в этом случае плотность зон намагниченности на диске остается такой же, как и при MFM-кодировании, но требования к точности соблюдения временных соотношений между электрическими сигналами повышаются.

При RLL-кодировании время между передачей двух электрических сигналов, обозначающих переходы намагниченности, приблизительно такое же, как при MFM-кодировании, однако ре-

[1] Изменение потока намагниченности называется также переходом намагниченности. — *Прим. ред.*

шающее значение имеет синхронизация сигналов. Поэтому ячейки, по которым распознается сигнал (а именно в этих ячейках записывается наличие или отсутствие перехода), должны быть гораздо меньшими и гораздо более точно расположенными, чем при MFM-кодировании. В силу указанного обстоятельства к контроллерам, а также к электронике накопителей, работающих с закодированными по методу RLL сигналами, предъявляются более жесткие требования. Дело осложняется еще и тем, что по методу RLL кодируются не одиночные биты данных, а группы битов переменной длины, поэтому всего *одна* ошибка при считывании приводит к порче не одного бита данных, а сразу *нескольких* (2–4). Поэтому в RLL-контроллерах используются более сложные схемы и алгоритмы контроля и исправления ошибок.

В большинстве дешевых жестких дисков качество каналов чтения/записи недостаточно высокое для того, чтобы они могли нормально работать с сигналами, закодированными по методу RLL. Кроме того, для точной временной привязки сигнала воспроизведения необходимо обеспечить хорошее соотношение "сигнал—шум". Но при использовании обычных носителей с оксидным рабочим слоем добиться этого невозможно. Усугубляет проблему и то обстоятельство, что в жестких дисках низкого класса обычно используются приводы головок с шаговыми двигателями. Точность установки головок относительно дорожек записи при этом оказывается невысокой, что дополнительно ухудшает соотношение "сигнал—шум" в выходном сигнале.

Некоторое время назад фирмы-производители начали специально отбирать и маркировать жесткие диски, которые могут работать вместе с RLL-контроллерами. Такая маркировка означает, что жесткий диск прошел дополнительные испытания на точность воспроизведения импульсных сигналов. В некоторых из них устанавливаются модернизированные (по сравнению с предыдущими MFM-версиями) усилители чтения/записи, но в основном такие устройства ничем не отличаются от своих немаркированных аналогов. Кроме того, практически все выполненные в RLL-версиях модернизации появляются и в обычных (непроверенных) MFM-дисках.

Подводя итог вышесказанному, еще раз повторю, что реальных различий, кроме точности воспроизведения импульсных сигналов, между обычными жесткими дисками ST-506/412 (MFM) и помеченными как RLL-версии не существует. Используйте жесткий диск, который вы купили как MFM-версию, с RLL-контроллером только в том случае, если в нем установлен привод головок с подвижной катушкой, а рабочий слой носителей выполнен на основе тонких пленок. Почти любой жесткий диск ST-506/412, удовлетворяющий этим требованиям, может без проблем работать с сигналами, закодированными по методу RLL.

Радикальный способ решения всех проблем, связанных с точностью записи и воспроизведения данных при RLL-кодировании, состоит в том, чтобы установить шифратор/дешифратор не в контроллере, а непосредственно в жестком диске. При этом резко понижается чувствительность системы к шумам, которая всегда была ахиллесовой пятой жестких дисков ST-506/412 при работе с сигналами, закодированными по методу RLL. Именно так поступили разработчики ESDI-, IDE- и SCSI-устройств. Они даже пошли в этом отношении еще дальше — встроили в жесткий диск весь контроллер. Поскольку шифратор/дешифратор подключается к диску без проводов и электрический сигнал проходит очень небольшое расстояние, практически полностью исключается влияние помех, а также исчезают ошибки, связанные со временем записи сигнала. Разницу между подключением шифратора/дешифратора непосредственно к диску и отдельно от него можно сравнить с разницей между звонком в соседнюю комнату и междугородним звонком. В итоге ESDI-, IDE- и SCSI-интерфейсы оказываются намного надежнее, чем ST-506/412, так как в них отсутствуют вышеперечисленные проблемы, связанные с RLL-кодированием, которое используется при подключении устройств к интерфейсу ST-506/412. Поэтому надежность всех ESDI-, IDE- и SCSI-устройств *намного* выше, чем у жестких дисков ST-506/412 с MFM-кодированием.

Интерфейс ESDI

Интерфейс ESDI (Enhanced Small Device Interface — усовершенствованный интерфейс малых устройств) — это специализированный интерфейс жестких дисков, разработанный фирмой Maxtor. В качестве стандарта он был учрежден в 1983 году. Компания Maxtor возглавила консорциум изготовителей жестких дисков, целью которого было внедрение разработанного интерфейса в качестве высокопроизводительного стандарта вместо ST-506/412. Позднее ESDI был признан институтом стандартов ANSI (American National Standards Institute) и опубликован под номером X3T9.2. Шифр новейшей версии данного стандарта — X3.170a-1991.

По сравнению с ST-506/412 в интерфейсе ESDI приняты меры по повышению надежности воспроизведения данных, в частности шифратор/дешифратор встроен непосредственно в жесткий диск. Скорость передачи данных в этом стандарте может быть исключительно высокой — до 24 Мбит/с. Однако у большинства ESDI-дисков она составляет 10–15 Мбит/с. К сожалению, различные реализации интерфейса ESDI зачастую оказываются несовместимыми, что в сочетании с дешевизной и высокой производительностью IDE-дисков привело к вытеснению интерфейса ESDI из новых систем. Сейчас в очень немногих компьютерах используются жесткие диски с интерфейсом ESDI, хотя в конце 80-х годов он на некоторое время стал доминирующим в высокопроизводительных системах.

Благодаря расширенной системе команд некоторые ESDI-контроллеры способны считывать непосредственно с жесткого диска как параметры, определяющие его емкость, так и список дефектных участков на поверхностях дисков, а также выявлять новые повреждения. К сожалению, разные фирмы-изготовители используют различные способы записи такой информации на жесткий диск. Иногда при установке ESDI-диска удается автоматически считать информацию о емкости и дефектах непосредственно с жесткого диска, однако во многих случаях ее приходится вводить вручную, как и для жестких дисков ST-506/412.

Поскольку при использовании интерфейса ESDI появляется возможность считывать с жесткого диска карту расположения поверхностных дефектов, соответствующая заводская информация может храниться на диске в виде файла, который может быть прочитан контроллером или программой низкоуровневого форматирования, что избавляет пользователей от необходимости вводить эту информацию вручную с клавиатуры. Кроме того, файл может быть дополнен сведениями о новых дефектах, обнаруженных во время низкоуровневого форматирования или анализа поверхности.

В большинстве реализаций интерфейса ESDI допускается форматирование жестких дисков с 32 и более секторами на дорожке (до 80), т.е. их количество намного больше, чем в стандарте ST-506/412 (17–26 секторов на дорожке). В результате при коэффициенте чередования 1:1 скорость передачи данных возрастает более чем в два раза. Практически все ESDI-контроллеры могут работать с коэффициентом чередования 1:1, а скорость передачи данных при этом составляет не менее 1 Мбайт/с.

Интерфейс ESDI можно использовать вместо ST-506/412 без всяких изменений в программном обеспечении компьютера. Многие ESDI-контроллеры совместимы с контроллерами ST-506/412 на уровне регистров, что позволяет таким операционным системам, как OS/2, работать с ними практически без проблем. Связь системной BIOS с интерфейсом ESDI точно такая же, как и с ST-506/412, поэтому многие вспомогательные программы, взаимодействующие с дисками на низком уровне, с одинаковым успехом могут работать с обоими интерфейсами. Однако для того, чтобы можно было воспользоваться расширенными возможностями интерфейса ESDI (например, для поиска и регистрации поверхностных дефектов), лучше работать с программами низкоуровневого форматирования и анализа поверхности, разработанными специально для ESDI (например, программой, записанной в ROM BIOS контроллера и вызываемой через DEBUG).

В конце 80-х годов большинство высокопроизводительных компьютеров различных фирм-производителей оснащалось жесткими дисками и контроллерами ESDI. Несколько позже в таких системах стали использовать интерфейс SCSI. У этого интерфейса гораздо больше возможностей для расширения системы, к нему можно подключать самые разнообразные устройства (а не только жесткие диски), а его быстродействие даже выше, чем у ESDI. Обычно я *не советую* устанавливать в систему жесткий диск ESDI, за исключением, конечно, тех случаев, когда вы модернизируете компьютер, в котором контроллер ESDI уже установлен.

Интерфейс IDE

Термин *IDE* (*Integrated Drive Electronics*), в принципе, мог бы относиться к любому жесткому диску со встроенным контроллером. Официальное название интерфейса IDE, признанного в качестве стандарта ANSI, — *ATA (AT Attachment)*. Первые жесткие диски со встроенными контроллерами назывались *Hardcard* (дословно — *жесткая плата*); на сегодняшний день существует множество разновидностей таких устройств. Поскольку в IDE-накопителе контроллер встроенный, его можно подключать непосредственно к разъему на плате адаптера или на материнской плате. Это существенно упрощает установку жесткого диска, так как не нужно подсоединять отдельные кабели для подачи питания, сигналов управления и т.п. Кроме того, при объединении контроллера и жесткого диска сокращается общее количество элементов в устройстве, уменьшается длина соединительных проводов, а в результате повышается надежность, устойчивость к шумам и быстродействие системы по сравнению с вариантом, где автономный контроллер подключается к жесткому диску с помощью длинных кабелей.

Объединяя контроллер (в том числе и входящий в его состав шифратор/дешифратор) с жестким диском, удается существенно повысить надежность воспроизведения данных по сравнению с системами, в которых используются автономные контроллеры. Происходит это потому, что кодирование данных и их преобразование из цифровой формы в аналоговую (и наоборот) осуществляется непосредственно в жестком диске при меньшем уровне внешних помех. В результате весьма критичные, с точки зрения временных соотношений, аналоговые сигналы не передаются по плоским кабелям, где они могли бы "набрать" помех; кроме того, при передаче сигналов по кабелям могут возникнуть непредсказуемые задержки распространения (сигналов). В конечном счете, объединение контроллера и жесткого диска в единый блок позволило *повысить* тактовую частоту шифратора/дешифратора, плотность размещения данных на носителе и общее быстродействие системы.

Объединение контроллера и жесткого диска освободило разработчиков от необходимости строго следовать жестким стандартам, что было неизбежно при использовании прежних интерфейсов. Взаимно согласованная и "подогнанная" пара "жесткий диск—контроллер" обладает гораздо бо́льшим быстродействием по сравнению с прежними комбинациями автономных устройств.

Разъем IDE на системной плате во многих компьютерах представляет собой просто "усеченный" слот шины расширения. В стандартном варианте ATA IDE используются разъемы с 40 контактами из возможных 98, имеющихся в слоте 16-разрядной шины ISA. Из всего набора сигнальных линий шины к разъему IDE подведены только те, которые необходимы для работы стандартного контроллера жесткого диска компьютеров XT и AT. Например, для контроллера жесткого диска в компьютере AT нужна линия IRQ 14, поэтому на IDE-разъем на системной плате AT выведена *только эта* линия IRQ. На разъем системной платы компьютера XT выведена только линия IRQ 5, к которой и подключен контроллер. Обратите внимание, что даже если интерфейс ATA подключен к микросхеме South Bridge и работает на частоте шины PCI, то все равно разводка и назначение контактов не изменяется.

Замечание

Многие пользователи полагают, что в компьютерах, в которых разъем IDE установлен на системной плате, контроллер жесткого диска расположен на ней же. На самом деле это не так — контроллер находится *в самом жестком диске*. Мне не доводилось сталкиваться с системами, в которых контроллер жесткого диска был бы смонтирован на системной плате.

Когда говорят об IDE-накопителях, то обычно имеют в виду вариант ATA IDE, получивший наибольшее распространение. Однако существуют и другие разновидности IDE-накопителей для других шин. Например, в некоторых компьютерах PS/2 устанавливаются жесткие диски, предназначенные для работы с шиной MCA и подключаемые непосредственно к слоту расширения (через адаптер). Существуют также IDE-накопители, предназначенные для 8-разрядной шины ISA, но они не получили широкого распространения. В большинстве IBM-совместимых компьютеров с шинами ISA и EISA устанавливаются 16-разрядные накопители ATA IDE. На сегодняшний день интерфейс ATA IDE является самым распространенным.

Замечание

ATA — конкретная разновидность интерфейса IDE. Но часто эти термины используются один вместо другого, что технически неправильно. IDE — родовое название, которое можно было бы дать любому интерфейсу, в котором часть контроллера встроена в дисковод.

Главное достоинство IDE-накопителей — их дешевизна. Поскольку для них не нужен отдельный контроллер, количество кабелей и разъемов, необходимых для подключения жесткого диска, оказывается существенно меньше, чем в стандартном варианте жесткого диска с автономным контроллером. А это не может не сказаться на стоимости таких устройств. Кроме того, упомянутые устройства более надежны, поскольку контроллер встроен в жесткий диск. В результате шифратор/дешифратор расположен в непосредственной близости от носителя. И так как аналоговый сигнал проходит очень короткую "дистанцию", он менее чувствителен к внешним шумам и помехам.

Еще одно достоинство IDE-накопителей — быстродействие. Но, как это ни странно, к этому классу относятся как жесткие диски с максимальной производительностью, так и едва ли не самые "медленные" устройства. Это иллюстрация того, что многое зависит от конкретной реализации одной и той же технической идеи. Дать общую оценку производительности всех IDE-дисков невозможно, поскольку каждая модель уникальна. Однако высококачественные устройства обладают быстродействием, равным или превосходящим аналогичный параметр для жестких дисков прочих типов (правда, при работе в автономном компьютере и под управлением однозадачной операционной системы).

Первые IDE-диски

Первые IDE-диски выпускались в виде уже упоминавшихся *жестких плат* (hardcards). Некоторые фирмы, например Plus Development (подразделение Quantum), поступали следующим образом: прикрепляли небольшие жесткие диски формата 3,5 дюйма (в стандарте ST-506/412 или ESDI) непосредственно к платам стандартных контроллеров. Полученный модуль вставлялся в слот шины как обычный контроллер жесткого диска. Естественно, ситуация, когда тяжелый, вибрирующий жесткий диск устанавливался в слот расширения и крепился всего одним винтом, оставляла желать лучшего, не говоря уже о том, что такой модуль упирался в соседние платы, поскольку был намного толще обычного адаптера.

Некоторые фирмы пошли по другому пути и переработали конструкцию контроллера, установив его вместо платы управления в стандартном жестком диске. Сам такой жесткий диск

монтируется обычным образом в предназначенном для него отсеке. Конечно, как и любое другое устройство компьютера, встроенный контроллер таких жестких дисков необходимо подключать к шине расширения. Делается это с помощью кабеля, соединяющего жесткий диск с одним из слотов.

Существует несколько способов такого подключения. Фирма Compaq первой стала устанавливать в своих компьютерах специальный адаптер для перехода с 98-контактного печатного разъема шины AT, расположенного на системной плате, на меньший 40-контактный разъем, к которому подключается жесткий диск. Такого 40-контактного разъема оказалось вполне достаточно, поскольку уже было ясно, что для контроллера жесткого диска никогда не потребуется более 40 линий.

В 1987 году фирма IBM разработала свои IDE-накопители для шины MCA, которые подключаются к шине через специальный адаптер, названный *промежуточной платой*. На этих платах устанавливается лишь несколько буферных микросхем, поскольку встроенные контроллеры уже разрабатывались с расчетом на прямое подключение к шине. Еще одна 8-разрядная разновидность IDE-накопителя была разработана для 8-разрядной шины ISA, используемой, например, в компьютерах PS/2 модели 30. В интерфейсе IDE, предназначенном для систем XT, тоже используются 40-контактные разъемы и кабель. Они подобны тем разъемам и кабелям, которые применяются в 16-разрядных версиях, но несовместимы с ними.

Интерфейсы IDE для различных системных шин

Существует три основные разновидности интерфейса IDE, рассчитанные на взаимодействие с тремя стандартными шинами:

- AT Attachment (ATA) IDE (16-разрядная шина ISA);
- XT IDE (8-разрядная шина ISA);
- MCA IDE (16-разрядная шина MCA).

Замечание

Многие пользователи путают 16- и 32-разрядные соединения шины и 16- и 32-разрядные подсоединения жестких дисков. PCI-соединение обеспечивает 32-разрядный (64-разрядный — в будущем) обмен между шиной и контроллером накопителя. Однако в IDE (EIDE)-конфигурации накопителей вы все еще получаете только 16-разрядный обмен между накопителем и контроллером. Это обычно не создает критических проблем, поскольку один или два накопителя не могут обеспечивать контроллер достаточным обменом данных, чтобы переполнить даже 16-разрядный канал.

В версиях XT и ATA для подключения жестких дисков используются стандартные 40-контактные разъемы и кабели, но разводки выводов у них разные, поэтому они оказываются несовместимыми друг с другом. В версии MCA IDE, рассчитанной только на компьютеры с шиной MCA, применяются совершенно другие 72-контактные разъемы.

В большинстве случаев в системе должен быть установлен IDE-накопитель того типа, который соответствует шине компьютера. Другими словами, XT IDE-накопители работают только в компьютерах класса XT со слотами 8-разрядной шины ISA, ATA IDE-накопители можно устанавливать только в компьютерах класса AT со слотами 16-разрядной шины ISA или EISA, а MCA IDE-накопители пригодны только для систем с шиной MCA (например, для PS/2 модели 50 и последующих). Правда, возможны и другие варианты. Например, фирма Silicon Valley выпускает платы адаптеров для компьютеров XT, предназначенные для работы с ATA IDE-накопителями. Другие фирмы, например Arco Electronics и Sigma

Data, выпускают адаптеры для систем с шиной MCA, к которым можно подключать те же ATA IDE-накопители. Эти адаптеры могут оказаться очень полезными для владельцев компьютеров XT и PS/2, поскольку выбор IDE-накопителей для систем XT и MCA весьма ограничен, а моделей ATA IDE-накопителей выпускается очень много.

В большинстве новых компьютеров разъем ATA установлен непосредственно на системной плате. Если его нет, то для подключения к компьютеру ATA IDE-накопителя можно использовать дополнительную плату адаптера. Обычно на такой переходной плате нет ничего, кроме двух разъемов (98-контактного печатного разъема шины и 40-контактного разъема IDE) и набора проводников. Эти платы *не являются* контроллерами, так как последние уже встроены в жесткие диски. Правда, на некоторых из них монтируются дополнительные устройства, например специализированная ROM BIOS или кэш.

ATA IDE-накопители

То, что сейчас можно назвать прототипом ATA IDE-накопителя, а также 40-контактным IDE-разъемом, было разработано совместными усилиями фирм CDC, Western Digital и Compaq. Первым ATA IDE-устройством стал жесткий диск формата 5,25 дюйма емкостью 40 Мбайт половинного размера (кажется, с зеленым светодиодом), выпущенный фирмой CDC. В нем использовался встроенный контроллер фирмы Western Digital, и устанавливались эти жесткие диски в первых компьютерах Compaq 386 (в 1986 году). После этого Compaq создала дочернюю фирму Conner Peripherals, главной задачей которой было производство IDE-накопителей для Compaq. Позднее большая часть имущества Conner Peripherals была продана фирмой Compaq.

Через некоторое время 40-контактный разъем и метод построения дискового интерфейса были представлены на рассмотрение в комитет по стандартам института ANSI. Совместными усилиями института и фирм-изготовителей были устранены некоторые "шероховатости", "подчищены хвосты", и в марте 1989 года был опубликован стандарт на интерфейсы, известный как *CAM ATA*. Однако еще до появления стандарта CAM ATA многие фирмы, например Conner Peripherals, вслед за CDC внесли некоторые изменения в первоначальную конструкцию. В результате многие старые ATA-накопители очень трудно объединять в двухдисковую конфигурацию, принятую для современных систем.

Некоторые разделы стандарта ATA не конкретизированы, и фирмам-изготовителям предоставлена определенная свобода творчества при введении своих собственных команд и функций. Собственно, именно поэтому низкоуровневое форматирование IDE-накопителей превратилось в столь сложную проблему. Программа форматирования при перезаписи заголовков секторов и создании карты дефектов должна уметь пользоваться набором команд, разработанным фирмой-изготовителем для конкретной модели жесткого диска. К сожалению, при таком подходе размывается само понятие "стандарт".

Замечание

Важно отметить, что в качестве стандарта принят только интерфейс ATA IDE. Интерфейсы XT IDE и MCA IDE никогда таковыми не являлись, и поэтому не получили широкого распространения. Эти интерфейсы практически сняты с производства — во всяком случае, мне давно не попадались на глаза новые компьютеры, в которых бы они использовались.

Требования стандарта ATA

Как уже упоминалось, стандарт ATA был принят в марте 1989 года комитетом по стандартам института ANSI. Версия ATA-1 окончательно была утверждена в 1994 году, ATA-2 (иногда называемая *Enhanced IDE*) — в 1995 году, а ATA-3 — в 1997 году. В настоящее время в стадии разработки находится стандарт ATA-4. В стандартах ATA были решены пробле-

мы совместимости, возникавшие при подключении к шинам ISA и EISA. Стандартами ATA определены назначения выводов 40-контактного разъема, назначение и временные диаграммы передаваемых через него сигналов, параметры кабелей и т.п. Некоторые из этих требований будут рассмотрены в следующем разделе.

Двухдисковая конфигурация (подключение двух жестких дисков). Установка двух IDE-накопителей в одном компьютере может оказаться проблематичной, так как у каждого из них есть свой собственный контроллер и оба они должны функционировать, будучи подключенными к одной шине. Поэтому важно найти метод, позволяющий адресовать каждую конкретную команду только одному контроллеру.

В стандарте ATA предусмотрен способ организации совместной работы двух последовательно подключенных жестких дисков. Статус жесткого диска (первичный или вторичный) определяется либо путем перестановки имеющейся в нем перемычки или переключателя (с обозначением *Master* для первичного и *Slave* — для вторичного), либо подачей по одной из линий интерфейса управляющего сигнала *CSEL* (*Cable SELect* — выбор кабеля).

При установке в системе только одного жесткого диска его контроллер реагирует на все команды, поступающие от компьютера. Если жестких дисков два (а следовательно, и два контроллера), то команды поступают на оба контроллера одновременно. Их надо настраивать так, чтобы каждый жесткий диск реагировал только на адресованные ему команды. Именно для этого и служит перемычка (переключатель) Master/Slave и управляющий сигнал CSEL.

Разъем ввода-вывода ATA. Чтобы правильно подключить 40-контактный разъем интерфейса ATA, его обычно (но не всегда) снабжают ключом. Ключом в данном случае служит срез вывода 20, причем соответствующее отверстие в ответной части отсутствует. Всем фирмам-изготовителям настоятельно рекомендуется использовать разъемы и кабели с ключами, поскольку при неправильном подключении кабеля IDE можно вывести из строя как контроллер, так и адаптер шины (и это действительно так, хотя при моих собственных многочисленных ошибках дым из микросхем все-таки не шел).

Назначение выводов разъема интерфейса ATA IDE приведено в табл. 10.11.

Таблица 10.11. Назначение выводов разъема интерфейса ATA IDE

Название сигнала	Вывод	Вывод	Название сигнала
–RESET	1	2	Общий
Данные, бит 7	3	4	Данные, бит 8
Данные, бит 6	5	6	Данные, бит 9
Данные, бит 5	7	8	Данные, бит 10
Данные, бит 4	9	10	Данные, бит 11
Данные, бит 3	11	12	Данные, бит 12
Данные, бит 2	13	14	Данные, бит 13
Данные, бит 1	15	16	Данные, бит 14
Данные, бит 0	17	18	Данные, бит 15
Общий	19	20	Ключ (нет вывода)
DRQ 3	21	22	Общий
–IOW	23	24	Общий
–IOR	25	26	Общий
IO CH RDY	27	28	SPSYNC:CSEL

Окончание табл. 10.11

Название сигнала	Вывод	Вывод	Название сигнала
–DACK 3	29	30	Общий
IRQ 14	31	32	–IOCS16
Адрес, бит 1	33	34	–PDIAG
Адрес, бит 0	35	36	Адрес, бит 2
–CS1FX	37	38	–CS3FX
–DA/SP	39	40	Общий
+5 В (питание ИС)	41	42	+5 В (питание двигателя)
Общий	43	44	–TYPE (0 = ATA)

Заметьте, что в разъеме предусмотрено место для 44 контактов, хотя только первые 40 используются в большинстве дисков ATA формата 3,5 дюйма или больших. Дополнительные 4 контакта (41-44) используются, прежде всего, на меньших дисках формата 2,5 дюйма, применяемых в портативных компьютерах. (В таких дисководах нет отдельного разъема питания, так что дополнительные контакты прежде всего предназначены для подачи электропитания к дисководу.)

Кабель ввода-вывода ATA. 40-контактный ленточный кабель предназначен для передачи сигналов между адаптером шины и жестким диском (контроллером). Чтобы, насколько это возможно, не допустить искажения формы сигнала, увеличения задержек и уровня помех, длина кабеля не должна превышать 46 см (18 дюймов).

Заметьте, что более новые высокоскоростные интерфейсы IDE особенно подвержены помехам, возникающим в кабелях, в частности, если последние слишком длинные. Если кабель слишком длинен, может происходить нарушение целостности данных и другие неприятности, которые могут взбесить даже самых хладнокровных пользователей. Я всегда храню специальный высококачественный короткий кабель IDE в моем комплекте инструментов для тестирования дисков, на тот случай, если у меня появляется подозрение, что проблемы возникают из-за качества кабеля.

Управляющие сигналы интерфейса ATA. Как уже говорилось, вывод 20 играет роль ключа для правильной ориентации разъема и попросту отсутствует. Этот вывод и соответствующее отверстие в ответной части должны отсутствовать во всех разъемах интерфейса ATA. Все это необходимо для того, чтобы предотвратить неправильное подключение кабеля. Естественно, никаких сигналов к выводу 20 не подводится.

На вывод 39 подается сигнал *DA/SP* (*Drive Active/Slave Present*), одновременно выполняющий две функции. Сразу после включения компьютера на вывод 39 поступает напряжение, свидетельствующее о наличии в системе вторичного жесткого диска. После этого каждый из жестких дисков периодически отсылает сигнал, подтверждающий его активность.

Через вывод 28 может передаваться два сигнала: *SPSYNC* (*Spindle Synchronization* — синхронизация шпинделя) и *CSEL* (*Cable Select* — выбор кабеля). Однако во время установки можно так задать параметры, чтобы использовалась только одна из этих функций. Сигнал SPSYNC может понадобиться для синхронизации вращения шпиндельного двигателя, но чаще всего через указанный вывод передается второй из возможных сигналов — CSEL. С его помощью можно определить жесткий диск либо как первичный (присваивается номер 0), либо как вторичный (присваивается номер 1), не переставляя в них при этом никаких перемычек. Если линию CSEL, к которой подключен данный жесткий диск, заземлить (подсоединить

к общему проводу), то накопитель будет первичным; если же оставить ее свободной (не подключать к общему проводу), то накопитель окажется вторичным.

Линии CSEL для разных жестких дисков можно заземлить (подключить к общему проводу) по отдельности, воспользовавшись Y-образным кабелем-раздвоителем. В нем разъем, подключенный к шине IDE, смонтирован в середине кабеля, а разъемы для двух жестких дисков — на противоположных концах. В одной из ветвей кабеля линия CSEL заземлена (первичный жесткий диск), а в другой — свободна.

Команды интерфейса ATA. Одним из преимуществ интерфейса ATA IDE является его расширенная система команд. Этот интерфейс разрабатывался на базе использовавшегося в первых компьютерах IBM AT контроллера WD1003, поэтому все без исключения ATA IDE-накопители должны быть совместимыми с системой из восьми команд упомянутого контроллера. Этим, в частности, и объясняется простота установки IDE-накопителей в компьютеры. Во всех IBM-совместимых компьютерах поддержка контроллера WD1003, а следовательно, и интерфейса ATA IDE, встроена в системную BIOS.

Помимо набора команд контроллера WD1003, в стандарте ATA предусмотрено множество других команд, позволяющих повысить быстродействие и улучшить параметры жестких дисков. Эти команды считаются необязательной частью интерфейса ATA, но некоторые из них используются почти во всех современных жестких дисках и в значительной степени определяют их возможности в целом.

По-видимому, наиболее важной из них является команда идентификации жесткого диска. По этой команде из жесткого диска в систему передается блок данных размером 512 байт, в котором содержатся подробные сведения об устройстве. Это позволяет любой программе (в том числе и системной BIOS) определить тип подключенного жесткого диска, фирму-изготовителя, номер модели, рабочие параметры и даже заводской номер изделия. Во многих современных версиях BIOS эта информация запрашивается автоматически, и после ее получения параметры жесткого диска заносятся в CMOS-память. Это избавляет пользователя от необходимости вводить их вручную при конфигурации системы. Кроме того, такой подход страхует от ошибок, если впоследствии вы вдруг забудете параметры жесткого диска, которые были введены в первый раз (если при повторном вводе они будут другими, доступ к данным на диске окажется невозможным).

Команда идентификации жесткого диска позволяет получить следующие сведения о жестком диске.

- Количество цилиндров в рекомендуемом (стандартном, принимаемом по умолчанию) режиме пересчета.
- Количество головок в рекомендуемом (по умолчанию) режиме пересчета.
- Количество секторов на дорожке в рекомендуемом (по умолчанию) режиме пересчета.
- Количество цилиндров в текущем режиме пересчета.
- Количество головок в текущем режиме пересчета.
- Количество секторов на дорожке в текущем режиме пересчета.
- Название фирмы-изготовителя и номер модели.
- Заводской номер изделия.
- Тип буфера с указанием размера буфера секторов или возможности кэширования.

Некоторые общедоступные программы позволяют выполнить эту команду и вывести полученную информацию на экран. Я обычно пользуюсь программой IDEINFO (ее можно получить по адресу: **http://www.dc.ee./Files/Utils/IDEINFO.ARJ**) или IDEDIAG (эта программа также часто встречается в Internet). Указанные программы особенно полезны в тех случаях, когда в системе установлена старая версия BIOS, для которой параметры жесткого диска

приходится вводить вручную. Эти программы считывают необходимую информацию непосредственно с накопителя жесткого диска.

Еще две очень важные команды — `Read Multiple` и `Write Multiple`. Они позволяют осуществлять так называемый *многосекторный обмен данными* (т.е. обмен порциями, равными нескольким секторам). В сочетании с возможностью реализации пакетного режима программного ввода-вывода (PIO — Programmed I/O) это позволяет многократно увеличить общую производительность жесткого диска (по сравнению с работой в односекторном режиме).

Совет

Чтобы добиться максимального быстродействия интерфейса IDE и упростить установку жестких дисков, убедитесь в том, что системная BIOS и IDE-адаптер соответствуют требованиям стандарта ATA-2 или Enhanced IDE (EIDE). В этом случае BIOS сможет выполнять обмен данными с диском в несколько раз быстрее, чем обычно. Кроме того, упростится установка и настройка системы, так как BIOS сможет автоматически определить параметры жесткого диска. Возможность работы в пакетном режиме PIO и автоматическое определение типа жесткого диска предусмотрены в последних версиях BIOS почти всех компьютеров.

Помимо указанных, существует множество других дополнительных команд, в том числе и специфические команды, определяемые фирмами — производителями конкретных моделей жестких дисков. Довольно часто некоторые операции, например низкоуровневое форматирование и создание карт поверхностных дефектов, осуществляются именно с помощью таких специфических наборов команд. Именно поэтому программы низкоуровневого форматирования зачастую бывают уникальными, и фирмы-производители включают их в комплекты своих IDE-дисков.

Классификация жестких дисков ATA IDE

Жесткие диски ATA IDE можно разделить на несколько категорий. Основными критериями такой классификации являются их функциональные возможности (в частности, возможности пересчета адресов секторов) и особенности конструкции (от которых могут зависеть, например, способы низкоуровневого форматирования). Таких категорий три.

- Простейшие (не интеллектуальные) жесткие диски ATA IDE.
- Интеллектуальные жесткие диски ATA IDE.
- Интеллектуальные жесткие диски ATA IDE с зонной записью.

В следующих разделах приведены описания этих категорий жестких дисков.

Простейшие (не интеллектуальные) жесткие IDE-диски. Напомним, что согласно требованиям ATA любой встроенный контроллер должен реагировать на любую из восьми команд стандартного (для контроллера WD1003) набора точно так же, как и сам WD1003. Первые IDE-диски соответствовали этим требованиям, а что касается дополнительных команд, то их было немного или не было вовсе. Эти первые устройства были больше похожи на жесткие диски ST-506/412 или ESDI с привинченными к ним контроллерами, чем на интеллектуальные модели (сейчас к таковым относятся IDE-диски).

Первые устройства нельзя было считать интеллектуальными, поскольку интеллектуальные жесткие диски должны обладать возможностями, которые не были предусмотрены в первых моделях. Они не могли реагировать на дополнительные команды, определенные стандартом ATA IDE, например на *команду идентификации жесткого диска*. Кроме того, в них не предусматривалась возможность *пересчета адресов секторов*, т.е. процедуры, с помощью которой пространство данных диска можно представить в виде произвольного набора логических цилиндров, головок и секторов. Именно благодаря расширенной системе команд

и возможности пересчета адресов секторов IDE-накопитель перешел в разряд интеллектуальных, а первые устройства этими возможностями не обладали.

Эти жесткие диски можно было отформатировать на низком уровне точно так же, как и обычные жесткие диски ST-506/412 и ESDI. Как правило, низкоуровневое форматирование выполнялось в заводских условиях с оптимальными значениями коэффициентов чередования (обычно 1:1) и смещения секторов. Сведения о расположении выявленных дефектов записывались на специально отведенном для этих данных участке диска, а не на этикетке, приклеенной к корпусу. Но при этом попытка отформатировать жесткий диск на низком уровне в других условиях (не заводских) приводила к тому, что значения параметров (в частности, коэффициентов смещения секторов) оказывались далекими от оптимальных, а заводская таблица дефектов стиралась.

Одни фирмы-производители использовали специальные программы низкоуровневого форматирования, которые позволяли переформатировать жесткий диск с сохранением указанных параметров; другие не считали нужным этого делать. А дабы пользователи не могли по неведению удалить таблицу дефектов и ухудшить быстродействие жесткого диска, большинство фирм-изготовителей предупреждало их о том, чтобы они ни в коем случае не выполняли низкоуровневого форматирования этих IDE-накопителей.

Это обстоятельство породило миф о том, что в результате низкоуровневого форматирования IDE-накопители можно вывести из строя. Прошел также слух, что при этом удаляются сервокоды, т.е. придется отсылать жесткий диск на завод для их повторной записи. Конечно, эти слухи не соответствуют действительности. Единственное, что может случиться в результате неправильного низкоуровневого форматирования, — изменятся коэффициенты смещения секторов при переходе к чтению/записи следующей дорожки или цилиндра и будет потеряна заводская карта дефектов (список дефектных дорожек).

Одной из лучших программ низкоуровневого форматирования является Disk Manager фирмы Ontrack: она распознает жесткие диски рассмотренного типа, часто позволяет восстановить коэффициенты смещения секторов и сохранить сведения о дефектах. Если карта дефектов уже затерта, то программа Disk Manager выполняет тщательный анализ поверхности и заново отмечает все найденные дефектные участки. Вы можете и сами задавать коэффициенты смещения секторов и отмечать дефектные участки на уровне секторов. Еще одна хорошая универсальная диагностическая программа, работающая с IDE-накопителями примерно так же, как и Disk Manager, — Microscope фирмы Micro 2000. Можно использовать также программу PC-Technician фирмы Windsor Technologies и пакет программ Drive Pro фирмы MicroHouse.

Интеллектуальные IDE-накопители. Последующие версии IDE-накопителей получили название *интеллектуальных IDE-устройств*. Они способны выполнять дополнительные команды ATA, например команду `Identify Drive` (команда идентификации жесткого диска), и пересчет адресов секторов.

Такие жесткие диски можно настраивать двумя способами: на физическом уровне и в режиме пересчета секторов. Для конфигурации на физическом уровне при настройке необходимо ввести в CMOS-память значения, которые соответствуют истинным *физическим* параметрам жесткого диска. Если, например, у жесткого диска есть 800 цилиндров, 6 головок и 50 секторов на дорожке, то именно *эти* значения и вводятся при настройке. Чтобы настроить жесткий диск в режиме пересчета секторов, достаточно ввести *любую* комбинацию количества цилиндров, головок и секторов на дорожке, общее количество секторов для которой оказывается меньше или равно истинному количеству секторов.

В приведенном выше примере общее количество секторов в жестком диске равняется 240000 (800×6×50). Для его конфигурации в режиме пересчета секторов нужно просто подобрать другой набор параметров, при котором общее количество секторов окажется меньше или равно 240000. Простейший способ сделать это — увеличить вдвое количество головок и во столько же раз сократить количество цилиндров. Например, можно ввести следующие

значения параметров: 400 цилиндров, 12 головок и 50 секторов на дорожке. В результате общее количество секторов вновь окажется равным 240000 и жесткий диск будет работать в режиме пересчета секторов.

В режиме пересчета секторов при низкоуровневом форматировании изменить коэффициенты чередования и смещения секторов невозможно; невозможно также затереть заводскую карту дефектов (список дефектных секторов). Однако в этом режиме с помощью программы низкоуровневого форматирования можно создать дополнительную карту дефектов, отметив найденные поврежденные участки и переназначив секторы.

При низкоуровневом форматировании на физическом уровне происходит перезапись заголовков секторов и изменение коэффициентов смещения при переходе к чтению/записи следующей дорожки или цилиндра. Если форматирование выполнено некорректно, его можно исправить с помощью программы, позволяющей устанавливать оптимальные коэффициенты смещения. Эту операцию обычно автоматически выполняют программы низкоуровневого форматирования, рекомендуемые фирмой — изготовителем конкретной модели устройства (если, конечно, такие программы существуют). Можно также воспользоваться и другими программами, например Disk Manager фирмы Ontrack. При работе с Disk Manager значения коэффициентов смещения нужно вводить вручную; в противном случае программа установит стандартные значения. Чтобы узнать оптимальные значения коэффициентов смещения, лучше всего обратиться в отдел технической поддержки фирмы-изготовителя. Если же необходимых сведений получить не удастся, то значения коэффициентов смещения придется рассчитывать самостоятельно.

Застраховать жесткий диск от изменения коэффициентов смещения секторов и удаления информации о поверхностных дефектах очень просто: работайте с ним только в режиме пересчета секторов, так как в этом случае указанные параметры и данные модифицировать невозможно.

Интеллектуальные IDE-накопители с зонной записью. Это самые сложные и совершенные из всех существующих IDE-накопителей. Напомним, что при зонной записи количество секторов на дорожке является *переменной* величиной, т.е. зависит от геометрического расположения дорожки (номера зоны) на поверхности диска. Однако BIOS персонального компьютера может работать только с жесткими дисками, у которых количество секторов на дорожке фиксированное, поэтому такие устройства *всегда* должны функционировать в режиме пересчета секторов. А так как указанные устройства всегда работают в режиме пересчета секторов, изменить установленные при изготовлении жесткого диска коэффициенты чередования и смещения секторов или стереть заводскую информацию о дефектах *невозможно*.

Однако такие жесткие диски можно форматировать на низком уровне, отмечая при этом вновь образовавшиеся в процессе эксплуатации новые дефектные участки. Для низкоуровневого форматирования интеллектуальных IDE-накопителей с зонной записью нужны специальные программы, разработанные фирмами-производителями, или программы, рассчитанные на работу с такими жесткими дисками, например Disk Manager фирмы Ontrack, PC-Technician фирмы Windsor Technologies, Microscope фирмы Micro 2000 и Drive Pro фирмы MicroHouse или.

Стандарт ATA-2 и ATA-3

Стандарт ATA-2 представляет собой расширение первоначального стандарта ATA (IDE). Наиболее существенным из внесенных дополнений является возможность работы в режимах быстрого программного ввода-вывода и прямого доступа к памяти. Кроме того, в ATA-2 внесены некоторые изменения в команду идентификации жесткого диска, в результате чего появляется возможность передавать в систему более подробные сведения о жестком диске. Это особенно важно как с точки зрения принципа Plug and Play, так и с точки зрения совместимо-

сти с последующими версиями стандарта. Стандарт ATA-3 обеспечивает повышенную надежность, особенно в более быстром режиме 4 передачи; заметьте, что в ATA-3 не определены никакие дополнительные (более быстрые) режимы. В ATA-3 также предусмотрена простая схема защиты паролем, более совершенное управление электропитанием и технология самоконтроля с анализом SMART (Self Monitoring Analysis and Report Technology).

Стандарты ATA-2 и ATA-3 часто называют *EIDE (Enhanced IDE — улучшенный IDE)*. Спецификация Enhanced IDE была разработана фирмой Western Digital. Аналогичные стандарты (Fast-ATA и Fast-ATA-2) были приняты фирмой Seagate; этих же стандартов придерживается и Quantum. Но если говорить о жестких дисках и BIOS, то сразу становится очевидным, что это просто разные названия одних и тех же принципов и методов.

Можно выделить четыре области, в которых стандарты ATA-2 (EIDE), ATA-3 и ATA-4 претерпели существенные изменения по сравнению с исходным вариантом ATA/IDE.

- Увеличение максимальной емкости жестких дисков.
- Увеличение скорости обмена данными.
- Появление вторичного канала для подключения двух устройств.
- Использование интерфейса ATAPI.

Все эти усовершенствования будут рассмотрены в следующих разделах.

Увеличение емкости жестких дисков. По сравнению с исходным стандартом ATA/IDE максимальная емкость EIDE-накопителей существенно увеличилась. Достичь этого удалось благодаря разработке улучшенной BIOS (Enhanced BIOS), что позволило преодолеть барьер 504 Мбайт (528 млн байт). Появление этого барьера связано с ограничениями, накладываемыми на физические параметры диска (количество цилиндров, головок и секторов), и с возможностями самого жесткого диска в сочетании с программным интерфейсом BIOS. Емкость IDE-накопителя практически не ограничена его внутренними возможностями, то же самое относится и к BIOS. Но в сочетании друг с другом они создают вышеупомянутый барьер, ограничивающий полезную емкость жесткого диска 504 мегабайтами.

Улучшенная BIOS позволяет обойти это ограничение за счет того, что при ее взаимодействии с жестким диском и программным обеспечением используются разные представления о геометрии диска, т.е. осуществляется уже упоминавшийся ранее *пересчет* секторов. Например, если в вашем жестком диске есть 2000 цилиндров и 16 головок, то BIOS может представить дело так, будто программа обращается к диску с 1000 цилиндрами и 32 головками.

Определить, является ли BIOS в вашей системе улучшенной, можно по следующему признаку. Если в программе первоначальной установки (SETUP) можно задать больше цилиндров, значит, вы имеете дело с улучшенной версией BIOS (хотя окончательный вывод только по этому признаку сделать нельзя). Если в меню программы SETUP, относящемуся к установке параметров жесткого диска, вы найдете пункт LBA, ECHS или Large, то можете считать это достаточно прозрачным намеком на расширенные возможности BIOS. Большинство версий BIOS, датированных 1994 годом (и более поздних), являются улучшенными. Если в вашей системе установлена обычная (не улучшенная) версия BIOS, то подумайте о ее модернизации.

Пересчет секторов в BIOS. Существующие на сегодняшний день BIOS могут осуществлять пересчет секторов тремя способами: путем стандартной адресации цилиндров, головок и секторов (CHS — Cylinder Head Sector), расширенной адресации (ECHS — Extended CHS) и адресации логического блока (LBA — Logical Board Address). В следующей таблице приведены параметры, которые используются BIOS при взаимодействии с операционной системой (ОС) с одной стороны и жестким диском — с другой при разных способах пересчета секторов.

Режим BIOS	Взаимодействие BIOS и ОС	Взаимодействие BIOS и жесткого диска
Стандартный CHS	Логические CHS-параметры	Логические CHS-параметры
ECHS	Пересчитанные CHS-параметры	Логические CHS-параметры
LBA	Пересчитанные CHS-параметры	LBA-параметры

Стандартный CHS-режим. В этом режиме осуществляется один-единственный пересчет секторов внутри самого жесткого диска. Реальная геометрия диска во всех ATA-дисках с зонной записью *полностью* скрыта от "внешнего мира". Данные о количестве цилиндров, головок и секторов, указанные в паспортах жестких дисков, — это чисто логические параметры. Эти данные предназначены для ввода в качестве значений соответствующих параметров в BIOS и не имеют никакого отношения к физическим параметрам диска. При стандартной CHS-адресации максимальное количество цилиндров равно 1024, а головок — 16, что приводит к ограничению максимальной емкости жесткого диска на уровне 504 Мбайт (528 млн байт).

В меню программы SETUP этот режим обычно называется `Normal`. BIOS в этом случае ведет себя как старая версия, в которой не предусмотрен пересчет секторов. Устанавливать такой режим работы нужно в том случае, если количество цилиндров в жестком диске не превышает 1024, а также если компьютер работает под управлением операционной системы (не DOS), в которой не предусмотрен пересчет секторов.

Режим ECHS. В этом режиме используются две логические модели геометрии диска: одна — для взаимодействия BIOS с жестким диском, а вторая — для общения с "остальным миром". Таким образом, пересчет секторов осуществляется в два этапа. Сначала происходит пересчет секторов в самом жестком диске, причем их количество не ограничивается пределом 1024, существующим в стандартных версиях BIOS. После этого итоговое количество цилиндров обычно делится пополам, а количество головок увеличивается вдвое, т.е. на основании логических параметров, которые хранятся в CMOS, получаются пересчитанные значения. Таким образом удается преодолеть барьер в 504 Мбайт (528 млн байт).

В меню программы SETUP этот режим обычно называется `Large` или `ECHS`. Этот способ пересчета выбирают для жестких дисков, у которых количество цилиндров превышает 1024, но к которым *нельзя* применить адресацию LBA. Имейте в виду, что в программе SETUP устанавливаются *логические* параметры жесткого диска, а не пересчитанные значения.

Логическая адресация блоков (LBA). В этом режиме все секторы нумеруются подряд, без разделения по трем категориям (цилиндр, головка и сектор). Сквозная нумерация начинается с сектора (0,0,1), которому присваивается логический адрес 0, и заканчивается на последнем физическом секторе диска. В стандарте ATA-2 это является нововведением, хотя такой подход был принят в интерфейсе SCSI и является для него единственно возможным.

Нумерация секторов в режиме LBA начинается с нуля. Номер во внутреннем представлении выражается 28-разрядным двоичным числом, поэтому максимально возможное количество секторов в жестком диске составляет 268 435 456. Поскольку размер каждого сектора равен 512 байт, максимальная емкость жесткого диска составляет 128 Гбайт (137 млрд байт). К сожалению, для операционной системы необходимы пересчитанные значения секторов, поэтому BIOS сначала определяет общее количество секторов, а затем пересчитывает их. Но в BIOS существуют некоторые ограничения (1024 цилиндра, 256 головок, 63 сектора на дорожке), поэтому общая емкость жесткого диска оказывается ограниченной более скромной величиной — около 8 Гбайт.

Другими словами, барьер 504 Мбайт оказывается преодоленным практически таким же способом, как и в режиме ECHS. И так как адресовать секторы с использованием сквозной нумерации несколько проще, чем по методу CHS, метод LBA *предпочтительнее* при работе с устройствами, в которых эта возможность предусмотрена.

Внимание

В связи с пересчетом параметров BIOS необходимо отметить: если вы измените режим пересчета секторов (CHS, ECHS или LBA), то BIOS может перейти к другой логической модели диска. То же самое может произойти, если вы переставите диск, отформатированный в старом компьютере (в котором не предусмотрен режим LBA), в новую систему с возможностью такой адресации. Это приведет к смене логической модели диска, „видимой" со стороны ОС, и координаты расположения блоков данных на диске изменятся до неузнаваемости. Естественно, добраться до них вам уже не удастся. Поэтому я советую вам всегда записывать хранящиеся в CMOS-памяти параметры жестких дисков, чтобы позднее их можно было восстановить в первоначальном виде.

Повышение скорости передачи данных. В стандартах ATA-2/EIDE и ATA-3 предусмотрено несколько режимов быстрого обмена данными с жесткими дисками. Описание этих режимов составляет существенную часть стандарта, и вообще своим появлением он во многом обязан именно этим новым возможностям. Большинство современных быстродействующих жестких дисков может работать в так называемых *режимах 3 и 4 программного ввода-вывода*, в которых скорость обмена данными получается очень высокой. Эти режимы будут описаны ниже.

Режимы программного ввода-вывода (PIO). От выбора режима PIO зависит скорость обмена данными с жестким диском. В самом "медленном" режиме (режиме 0) длительность одного цикла передачи данных не превышает 600 нс. В каждом цикле передается 16 бит данных, поэтому теоретически достижимая скорость обмена в режиме 0 составляет 3,3 Мбайт/с. В большинстве современных жестких дисков поддерживается режим 4 PIO, в котором скорость обмена данных достигает 16,6 Мбайт/с.

Характеристики режимов PIO приведены в следующей таблице.

Режим PIO	Длительность цикла, нс	Скорость передачи данных, Мбайт/с	Стандарт
0	600	3,3	ATA
1	383	5,2	ATA
2	240	8,3	ATA
3	180	11,1	ATA-2
4	120	16,6	ATA-2

Для работы в режиме 3 или 4 необходимо, чтобы порт IDE компьютера относился к локальной шине. Это означает, что плата IDE-контроллера должна быть установлена в разъем шины VL-Bus либо PCI. В большинстве современных системных плат с поддержкой ATA-2/EIDE существует два IDE-разъема, и, как правило, оба они рассчитаны на поддержку этих режимов. Но в некоторых системных платах для процессора 486 и даже Pentium только первичный вывод подключается к системной локальной шине PCI, а вторичный разъем обычно подключается к шине ISA, и поэтому может поддерживать работу только режимов 0, 1 и 2.

В ответ на запрос команды идентификации жесткого диска жесткий диск среди прочих параметров возвращает информацию о режимах PIO и DMA, в которых он может работать. В большинстве улучшенных версий BIOS предусмотрен автоматический переход программы в режим, соответствующий возможностям жесткого диска. Если вы установите скорость обмена больше той, на которую рассчитан жесткий диск, данные будут утеряны.

В жестких дисках, соответствующих стандарту ATA-2, предусмотрен *блочный режим передачи данных* (*Block Mode PIO*) с использованием команд `Read/Write Multiple`. Благо-

даря им удается существенно сократить количество прерываний, отсылаемых в адрес центрального процессора, и, соответственно, уменьшить время их обработки. Это позволяет еще больше повысить скорость обмена данными.

Обмен данными через канал прямого доступа к памяти. Этот режим в большинстве ОС и BIOS не предусмотрен, однако стандартом ATA-2 он поддерживается. Передача через канал прямого доступа к памяти (DMA) означает, что, в отличие от режима PIO, данные передаются непосредственно из жесткого диска в системную (основную) память, *минуя* центральный процессор.

Прямой доступ к памяти может осуществляться двумя способами: *обычным DMA* и *busmastering DMA*. В первом случае обработка запросов, захват шины и передача данных осуществляются контроллером DMA на системной плате. Во втором случае все эти операции выполняет устройство, смонтированное на самой плате интерфейса. Это, естественно, увеличивает сложность и стоимость интерфейсов подобного типа.

В системах с микросхемой Intel PIIX (PCI IDE ISA eXcelerator) и более поздними компоненты South Bridge могут поддерживать режим Bus Master IDE. При этом используется режим хозяина на шине PCI при передаче данных. Режимы Bus Master IDE и скорости передачи приведены в следующей таблице.

Режим BMIDE	Продолжительность цикла (нс)	Скорость передачи (Мбайт/сек)	Спецификации
0	480	4,16	ATA-2
1	150	3,33	ATA-2
2	120	16,67	ATA-2

К сожалению, даже самый быстрый режим Bus Master IDE 2 имеет ту же скорость передачи 16,67 Мбайт/с, что и режим PIO 4. Это связано с тем, что контроллеры DMA в компьютерах с шиной ISA обладают очень низким быстродействием. И поэтому нет никакого смысла использовать их для работы с современными жесткими дисками. В большинстве случаев рекомендуется использовать стандартный режим PIO 4, если дисководы его поддерживают. Режимы Bus Master IDE никогда не были очень эффективными и теперь заменены режимами Ultra-DMA, поддерживаемыми совместимыми устройствами ATA-4. По этой причине и программное обеспечение, поддерживающее работу жестких дисков с использованием канала DMA, в настоящее время встречается довольно редко.

Интерфейс ATAPI (ATA Packet Interface). Данный интерфейс был разработан с той целью, чтобы накопители на магнитной ленте, CD-ROM и другие устройства можно было подключать к обычному IDE-разъему. Основное преимущество устройств, выполненных в стандарте ATAPI, заключается в их дешевизне и возможности подключения к уже установленному адаптеру. Что касается накопителей CD-ROM, то они используют ресурсы центрального процессора гораздо реже, чем аналогичные устройства, подключенные к специальным адаптерам; однако они не дают выигрыша в быстродействии. А вот быстродействие и надежность накопителей на магнитной ленте может существенно возрасти, если их подключить к интерфейсу ATAPI, а не к контроллерам дисководов на гибких дисках.

Несмотря на то, что накопители CD-ROM подключаются к интерфейсу жесткого диска, это отнюдь не означает, что с точки зрения системы они выглядят как обычные жесткие диски. Напротив, с точки зрения программного обеспечения они представляют собой нечто, напоминающее SCSI-устройства.

Внимание

В базовой системе ввода-вывода некоторых систем непосредственно не предусмотрена поддержка ATAPI. Системы без поддержки ATAPI в базовой системе ввода-вывода не могут загружаться с компакт-диска ATAPI, так как предварительно нужно загрузить драйвер. В Windows 95/NT встроена поддержка интерфейса ATAPI, а многие версии BIOS позволяют выполнять загрузку системы с ATAPI-накопителя CD-ROM. Это значительно упрощает инсталляцию таких систем, как Windows 95/98.

Кроме того, я обычно рекомендую устанавливать различные типы устройств IDE на разные каналы. Дело в том, что некоторые старые наборы микросхем системной логики не поддерживают различные скорости передачи, а это означает, что канал приходится настраивать на скорость самого медленного устройства. Поскольку дисководы компакт-дисков и лентопротяжки работают в более низкоскоростных режимах IDE, чем жесткий диск, жесткий диск, подсоединенный к одному с ними кабелю, будет работать медленнее, чем позволяют его возможности. Но даже если набор микросхем системной логики поддерживает различные скорости передачи данных, я рекомендую к устройствам подключать отдельные кабели, поскольку IDE, в отличие от SCSI, обычно не допускает (временного) перекрытия операций доступа. Другими словами, когда один диск выполняет команды, к другому нельзя обратиться.

ATA-4

ATA-4 — самая последняя версия ATA. Компонент PIIX4 и более поздние версии микросхемы South Bridge в системных платах Intel соответствуют стандарту ATA-4, а во многих новых дисководах реализован высокоскоростной режим передачи UDMA (Ultra-DMA).

В соответствии со стандартом ATA-4 интерфейс ATAPI рассматривается как полноправный, а не вспомогательный интерфейс ATA, и в то же время полностью совместимый с ним. Это должно способствовать применению интерфейса ATA для устройств многих других типов. ATA-4 также поддерживает новые режимы Ultra-DMA (называемые также Ultra-ATA) для еще более быстрой передачи данных. Режим с самым высоким эксплуатационным показателем, называемый DMA/33, имеет пропускную способность 33 Мбайт/с, что вдвое выше, чем у самого быстрого режима программированного ввода-вывода и режима прямого доступа к памяти.

В стандарте ATA-4 также предусмотрена поддержка команд организации очереди, подобных имеющимся в SCSI-2. Это позволяет улучшить эксплуатационные показатели в многозадачном режиме, поскольку одновременно несколько программ могут обращаться к устройствам IDE.

Устаревшие версии IDE

Как упоминалось, в более старых системах использовались другие версии интерфейса IDE.

IDE-диски для 8-разрядной шины ISA (XT). Во многих компьютерах XT с 8-разрядной шиной ISA устанавливаются диски XT IDE. В этих компьютерах интерфейс IDE обычно смонтирован на системной плате. Такой же интерфейс используется и в компьютерах PS/2 моделей 25, 25-286, 30 и 30-286. Восьмиразрядные XT IDE-диски — это большая редкость, и, кроме IBM, Western Digital и Seagate, их выпускают очень немногие фирмы. Емкость таких устройств не превышает 40 Мбайт.

Поскольку интерфейс ATA IDE является 16-разрядным, его нельзя использовать в 8-разрядных компьютерах. Поэтому усилиями ряда фирм-производителей был разработан стандарт на 8-разрядный интерфейс XT IDE для компьютеров класса XT. Такие жесткие диски не получили широкого распространения, и их емкость обычно составляет 20–40 Мбайт.

IDE-диски для шины MCA. В компьютерах фирмы IBM PS/2 модели 50 и последующих используется шина MCA. MCA IDE — это разновидность интерфейса IDE, но она разработана для шины MCA и не совместима со стандартом ATA IDE. MCA IDE-диски при своих ограниченных емкостях оказываются слишком дорогими. Я рекомендую заменять их ATA IDE- или SCSI-дисками.

Интерфейс SCSI

Аббревиатура SCSI расшифровывается как *Small Computer System Interface (интерфейс малых компьютерных систем)*. SCSI — не дисковый, а системный интерфейс. Это не очередная разновидность контроллера, а шина, которая может обеспечить работу восьми устройств. Одно из них, называемое *основным (host) адаптером*, выполняет роль связующего звена между шиной SCSI и системной шиной персонального компьютера. Шина SCSI взаимодействует не с самими устройствами (например, с жесткими дисками), а со встроенными в них контроллерами.

Как было сказано выше, шина SCSI может обеспечить работу восьми подключенных к ней устройств, каждому из которых присваивается свой идентификационный номер — SCSI ID. Одним из них является плата адаптера, установленная в компьютере; остальные семь — это периферийные устройства. К одному и тому же основному адаптеру можно подключать жесткие диски, накопители на магнитной ленте, CD-ROM, сканеры и другие устройства (не больше семи или пятнадцати). В большинстве компьютеров можно устанавливать до четырех основных адаптеров (т.е. общее количество устройств может достигать 28), а так как в некоторых новых модификациях к каждой шине SCSI можно подключать до 15 периферийных устройств, то общее количество устройств может достигать 60!

Покупая жесткий диск SCSI, вы на самом деле приобретаете сразу три устройства: собственно жесткий диск, контроллер и SCSI-адаптер. В сущности, большинство SCSI-дисков представляет собой жесткие IDE-диски со встроенным адаптером шины SCSI. Но вы можете совершенно не интересоваться типом контроллера, установленного в жестком диске. Непосредственно к нему компьютер обратиться не может, как это было бы при подключении обычного контроллера к системной шине. Взаимодействие с SCSI-устройствами осуществляется через основной адаптер, установленный в слот системной шины, поэтому обратиться к жесткому диску можно только в соответствии с протоколом SCSI.

Фирма Apple первой обратила внимание на интерфейс SCSI как на довольно дешевый способ выбраться из того тупика, в который она сама себя загнала. Инженеры фирмы Apple поняли, что отказ от слотов расширения привел к превращению компьютеров Macintosh в замкнутую систему. Тогда стало ясно, что оптимальным решением в такой ситуации станет введение в систему порта SCSI для подключения периферийных устройств. Поскольку в компьютерах IBM возможность расширения была предусмотрена изначально, особой необходимости во введении интерфейса SCSI долгое время не было. Всем казалось, что восьми слотов расширения, к которым можно подключать самые разнообразные устройства и контроллеры, вполне достаточно.

Однако сейчас интерфейс SCSI становится все более популярным в мире IBM-совместимых компьютеров благодаря широким возможностям для расширения системы и разработке множества устройств со встроенным интерфейсом SCSI. Одним из обстоятельств, сдерживающим внедрение этого интерфейса, было отсутствие стандарта. Ни одна компания не взяла на себя роль лидера — во всяком случае, в "сфере влияния" IBM. У каждой фирмы-изготовителя было свое понимание того, как должен работать интерфейс SCSI, особенно в том, что касалось основных адаптеров.

Интерфейс SCSI "стандартен" в той же степени, что и общеизвестный RS-232. В нем, как и в RS-232, определяются разводки контактов, а не способы взаимодействия устройств. Подсистема SCSI связывается с компьютером с помощью программ-драйверов, но, к сожалению, большинство этих программ предназначено для работы только с конкретными устройствами и основными адаптерами. Например, в комплект графического сканера входит основной адаптер для подключения к компьютеру; к накопителю CD-ROM прилагается другой (во всех отношениях) основной адаптер и специальный драйвер, предназначенный только для этого адаптера. Даже если в вашем компьютере уже установлены эти два адаптера, то для управле-

ния SCSI-дисками вам понадобится третий, поскольку в предназначенных для сканера и CD-ROM основных адаптерах нет встроенной самозагружающейся BIOS, в которой была бы предусмотрена поддержка жестких дисков.

Шина SCSI внесла большую сумятицу в мир IBM-совместимых компьютеров именно из-за отсутствия стандартов на основные адаптеры, программные интерфейсы и способы поддержки в BIOS подключенных к шине жестких дисков SCSI. К счастью, существует несколько простых способов, с помощью которых можно избавиться от всех кошмаров, связанных с несовместимостью.

Ситуации, когда в обход шины SCSI оказывается невозможным использовать жесткие диски, выполнять с них загрузку компьютера или работать с несколькими операционными системами, возникают только из-за отсутствия стандарта на интерфейс. Стандартные системные BIOS компьютеров XT и AT рассчитаны на взаимодействие с контроллерами жестких дисков ST-506/412. Их можно довольно легко модифицировать для работы с интерфейсом ESDI, так как контроллеры ESDI и ST-506/412 совместимы на уровне регистров. (Именно по этой причине не возникло никаких проблем, когда понадобилось разработать ESDI-диски с поддержкой на уровне BIOS, с которых можно было бы выполнять первоначальную загрузку компьютеров.) То же самое можно сказать и об интерфейсе IDE, который полностью соответствует интерфейсу контроллера WD1003 и работает со всеми существующими на сегодняшний день версиями BIOS. Интерфейс SCSI настолько отличается от этих стандартных дисковых интерфейсов, что, для того чтобы стала возможной загрузка компьютера с таких жестких дисков, необходимо разработать принципиально иные процедуры для системной BIOS. В компьютерах PS/2 фирмы IBM, которые оснащены SCSI-дисками, такие процедуры либо записаны в ROM BIOS на системной плате, либо хранятся в качестве расширения в микросхемах ПЗУ на плате основного адаптера SCSI.

Поскольку фирма Apple уже давно занимается разработкой системного программного обеспечения для интерфейса SCSI, подключать периферийные устройства к этим компьютерам очень просто. До недавнего времени ситуация с IBM-совместимыми системами была гораздо хуже. Она изменилась 20 марта 1990 года, когда IBM объявила о начале производства нескольких стандартных адаптеров SCSI и периферийных устройств для компьютеров PS/2 с их полной поддержкой на уровне операционной системы и BIOS. Но принципиально ситуация изменилась только с появлением Windows 95.

Интерфейс SCSI принят в качестве стандарта и используется практически во всех высококачественных компьютерах фирмы IBM. Основной адаптер SCSI либо устанавливается в один из слотов, либо монтируется на системной плате. Такая конструкция, на первый взгляд, напоминает интерфейс IDE, поскольку SCSI-диск подключается к системной плате с помощью одного-единственного кабеля. Существенная разница заключается в том, что к интерфейсу SCSI можно подключить до семи устройств (причем необязательно жестких дисков), а к IDE — два, и их выбор весьма ограничен. Компьютеры PS/2 со SCSI-дисками очень просто модернизировать, поскольку с ними совместимы изделия практически всех фирм.

Пример IBM побудил другие фирмы выпускать компьютеры, в которых либо устанавливаются отдельные основные адаптеры SCSI, либо интерфейсы SCSI монтируются на системных платах. По мере роста популярности интерфейса SCSI совершенствовались программы-драйверы и механизмы их взаимодействия с операционными системами, а следовательно, упрощались и процедуры подключения к системе новых периферийных устройств.

Стандарты SCSI

Стандартом SCSI определяются физические и электрические параметры параллельной шины ввода-вывода, соединяющей компьютер с периферийными устройствами по принципу последовательного подключения. Стандартом предусматривается подключение таких устройств, как жесткие диски, накопители на магнитной ленте и CD-ROM. Первый стандарт

SCSI-1 (ANSI X3.131-1986) появился в 1986 году, стандарт SCSI-2 — в январе 1994 года, а в настоящее время разрабатывается новая версия — SCSI-3.

Интерфейс SCSI был определен в качестве стандарта институтом ANSI — организацией, которая принимает и публикует стандарты. Группа X3 работает в ANSI в качестве ASC (Accredited Standard Committee — Аккредитованный комитет по стандартам) и занимается разработкой стандартов для систем обработки информации. Группа X3T9 занимается интерфейсами ввода-вывода, а X3T9.2 отвечает за такие интерфейсы низкого уровня, как SCSI, ATA IDE и др. Первый стандарт SCSI-1 был опубликован группой X3T9 в 1986 году и официально признан ANSI как стандарт X3.131-1986.

Одним из недостатков стандарта SCSI-1 было то, что многие команды и функции не были определены как обязательные, поэтому не было никаких гарантий, что все они окажутся предусмотренными в том или ином периферийном устройстве. В конечном счете это привело к тому, что фирмы-изготовители определили набор из 18 базовых команд SCSI, названный *общей системой команд CCS (Common Command Set)*. Эти команды должны были "приниматься к выполнению" всеми периферийными устройствами и в итоге были положены в основу стандарта SCSI-2.

Помимо формального подтверждения системы CCS, в стандарте SCSI-2 были определены дополнительные команды для организации доступа к различным накопителям — CD-ROM (в частности, для использования их звуковых возможностей), на магнитной ленте, со сменными носителями, оптическим и некоторым другим периферийным устройствам. Кроме того, в качестве необязательных были определены параметры быстродействующего варианта интерфейса (Fast SCSI-2) и его 16-разрядной версии (WIDE SCSI-2). Еще одной особенностью SCSI-интерфейса стал метод упорядочения команд. Суть его сводится к тому, что периферийное устройство может принять сразу несколько команд и выполнять их в том порядке, который оно сочтет наиболее эффективным. Такая возможность особенно важна при работе с многозадачной операционной системой, когда на шину SCSI может быть одновременно выдано несколько запросов.

Группа X3T9 приняла стандарт SCSI-2 под шифром X3.131-1990 в августе 1990 года, но в декабре 1990 года документ был отозван для доработки перед его окончательной публикацией. Окончательно стандарт SCSI-2 был принят только в январе 1994 года, хотя он мало изменился по сравнению с первоначальным вариантом. В настоящее время стандарт SCSI-2 имеет шифр ANSI X3.131-1994.

По заявлениям большинства фирм-производителей их основные адаптеры соответствуют одновременно стандартам SCSI-1 и SCSI-2. Заметим, что в SCSI-2 предусмотрены практически все возможности SCSI-1, поэтому любое устройство, соответствующее стандарту SCSI-1, соответствует и требованиям SCSI-2. Многие изготовители рекламируют свои устройства как соответствующие требованиям SCSI-2, но это отнюдь не означает, что в них предусмотрены все дополнительные (необязательные) функциональные возможности, включенные в стандарт SCSI-2.

Например, в необязательную (рекомендуемую) часть включено описание быстрого синхронного режима, в котором синхронный обмен данными происходит с удвоенной (от 5 до 10 Мбайт/с) скоростью. Работая в "быстром" (Fast) режиме передачи с 16-разрядной шиной Wide SCSI, можно довести скорость обмена данными до 20 Мбайт/с. Стандартом SCSI-2 (в необязательной части) предусмотрена и большая разрядность шины данных (32-разрядная), но на сегодняшний день фирмы-изготовители воздерживаются от выпуска 32-разрядных устройств из-за их слишком высокой стоимости. Похоже, что 32-разрядная шина SCSI так и останется чисто теоретическим изобретением. Большинство SCSI-устройств выпускается в 8-разрядном или "ускоренно-расширенном" (Fast/Wide) варианте. Но даже те из них, в которых не предусмотрены быстрый режим и увеличенная разрядность шины, могут соответствовать обязательным требованиям стандарта SCSI-2.

Стандарт SCSI-3 сейчас находится на стадии разработки. Но некоторые из выпускаемых сегодня устройств уже соответствуют определенным требованиям SCSI-3 (хотя сами требования окон-

чательно еще не определены!). В частности, речь идет о так называемом режиме Fast-20, или Ultra-SCSI, в котором скорость обмена данными по стандартной 8-разрядной шине SCSI составляет 20 Мбайт/с, а по 16-разрядной — 40 Мбайт/с.

В табл. 10.12 приведены максимальные значения скорости обмена для шин SCSI с различными быстродействием и разрядностью, а также типы кабелей, которые необходимы при работе с шинами определенной разрядности.

Таблица 10.12. Скорость обмена данными по шине SCSI

Разрядность шины	SCSI (стандартный), Мбайт/с	Fast SCSI, Мбайт/с	Fast-20 (Ultra) SCSI, Мбайт/с	Fast-40 (Ultra 2) SCSI, Мбайт/с	Тип кабеля
8	5	10	20	40	A (50-контактный)
16	10	20	40	80	P (68-контактный)

Замечание

Кабель типа A — это стандартный 50-контактный SCSI-кабель, а кабель типа P специально разработан для 16-разрядной шины SCSI. Для стандартной шины SCSI максимальная длина кабеля составляет 6 м, а для Fast SCSI или Fast-20 (Ultra) SCSI — только 3 м. Назначения разъемов этих кабелей приведены ниже в этой главе.

При совместной работе адаптеров стандарта SCSI-1 и периферийных устройств стандарта SCSI-2 проблем с совместимостью не возникает. Как уже отмечалось, практически любое устройство, соответствующее требованиям стандарта SCSI-1, можно считать соответствующим SCSI-2 (и даже SCSI-3). Конечно, в этих устройствах не предусмотрены быстрый обмен данными и увеличение разрядности шины, но через контроллер SCSI-1 можно передавать все дополнительные команды, определенные в SCSI-2. Другими словами, особой разницы между совместимыми устройствами стандартов SCSI-1 и SCSI-2 нет. Например, в моем компьютере жесткий диск Barracuda фирмы Seagate емкостью 4 Гбайт, соответствующий стандарту Fast SCSI-2, подключен к основному адаптеру SCSI-1 фирмы IBM и при этом неплохо работает. Большинство адаптеров ведут себя точно так же и оказываются фактически совместимыми со стандартом SCSI-2, даже будучи отнесенными к категории SCSI-1. Поскольку стандарт SCSI-2 официально был опубликован только в январе 1994 года, все устройства, рекламировавшиеся до этого времени как SCSI-2, с формальной точки зрения этому стандарту не соответствуют. Но на практике это не вызывает проблем, поскольку стандарт SCSI-2 не претерпел существенных изменений с момента своего первого появления в 1990 году. То же самое сейчас происходит с фирмами, которые рекламируют свои изделия как соответствующие требованиям стандарта SCSI-3. Этот стандарт еще не утвержден, хотя некоторые его детали уже разработаны.

Однопроводные и дифференциальные шины SCSI

"Обычная" шина SCSI называется также *однопроводной*, так как для передачи каждого сигнала используется один провод. В дифференциальной шине SCSI для передачи каждого сигнала используется двухпроводная линия связи. По одному из проводников пары передается прямой сигнал (тот же, что и в первом случае), а по второму — инверсный. В приемное устройство передается разница этих двух сигналов (отсюда и пошло название шины — *диф-*

ференциальная). Такой метод передачи данных позволяет повысить помехозащищенность линии связи и, в результате, увеличить длину соединительного кабеля. По дифференциальной шине SCSI можно организовать передачу данных на расстояние до 25 м, а по однопроводной — до 6 м при обычных асинхронных или синхронных обменах и только до 3 м — в режиме Fast.

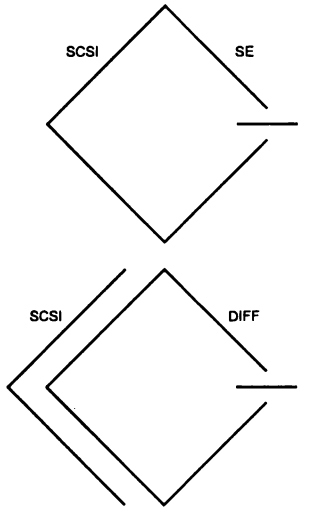


Рис. 10.6. Универсальные символы (условные обозначения) для однопроводных и дифференциальных шин SCSI

К одной и той же шине нельзя подключать однопроводные и дифференциальные SCSI-устройства, так как результаты могут быть просто катастрофическими (может в буквальном смысле пойти дым!). Кабели и разъемы в обоих случаях одинаковые, поэтому можно запросто ошибиться. Однако такая проблема возникает не очень часто по той простой причине, что пока устройств, для которых нужно было бы использовать дифференциальную шину SCSI, довольно мало (особенно это касается IBM PC). Выяснить, является ли устройство дифференциальным, можно несколькими способами. Один из них — отыскать на устройстве специальный символ. Дело в том, что существует несколько утвержденных универсальных символов для однопроводных и дифференциальных шин SCSI. Эти символы показаны на рис. 10.6.

Если таких символов на устройстве не окажется, то определить его тип можно с помощью омметра, измеряя сопротивление между выводами 21 и 22 интерфейсного разъема. В однопроводных устройствах они соединены между собой и с общим проводом, а в дифференциальных они либо разомкнуты, либо сопротивление между ними достаточно велико. Еще раз заметим, что такая проблема возникает нечасто, поскольку устройств, подключаемых к дифференциальной шине, пока очень мало.

Стандарты SCSI-1 и SCSI-2

Стандарт SCSI-2 представляет собой улучшенную версию предыдущего стандарта SCSI-1. В нем ужесточены требования к некоторым параметрам и добавлены новые функции и возможности. Устройства, выполненные в соответствии со стандартами SCSI-1 и SCSI-2, обычно совместимы между собой, но новые возможности SCSI-2 на уровне SCSI-1 не реализуются.

Внесенные в SCSI-2 изменения в большинстве случаев не играют решающей роли. Например, в шине SCSI-1 контроль четности не является обязательным, а в SCSI-2 он введен в

качестве непременного условия. Еще одно требование заключается в том, что на интерфейсные разъемы ведущих устройств, например основных адаптеров, должно быть выведено опорное напряжение для подстройки нагрузки линий связи, и в большинстве случаев это условие соблюдается.

Стандартом SCSI-2 предусмотрены некоторые дополнительные возможности, не являющиеся обязательными:

- быстрая передача данных (Fast);
- расширение шины SCSI (Wide);
- упорядочение команд;
- использование кабельных разъемов с уменьшенным шагом выводов;
- активная нагрузка линий связи.

Поскольку перечисленные возможности не являются обязательными, ими не всегда можно воспользоваться. Например, если вы подключите жесткий диск типа Fast SCSI к обычному основному адаптеру, он будет работать, но данные будут передаваться только с обычной скоростью.

Fast SCSI и Fast-Wide SCSI. Между устройствами этого типа осуществляется синхронная передача данных с удвоенной скоростью. При стандартной 8-разрядной шине она равна 10 Мбайт/с. Если же разрядность шины увеличить до 16 (Wide SCSI), то скорость передачи данных возрастет до 20 Мбайт/с.

Fast-20 (Ultra) SCSI. Устройства Fast-20, или Ultra, SCSI обеспечивают синхронную передачу данных с удвоенной скоростью по сравнению с устройствами Fast SCSI. Эта возможность появилась в проектах (пока незавершенных) стандарта SCSI-3 и ее уже реализовали некоторые фирмы-изготовители, в частности в высокоскоростных жестких дисках. Устройства Ultra SCSI позволяют осуществлять передачу данных со скоростью 20 Мбайт/с по 8-разрядному кабелю SCSI. В сочетании с 16-разрядным интерфейсом Wide SCSI такие устройства позволяют передавать данные со скоростью 40 Мбайт/с.

Fast-40 SCSI. Fast-40 — версия стандарта SCSI-3. Устройства Fast-40 SCSI позволяют передавать данные со скоростью 40 Мбайт/с.

Wide SCSI. Расширенная шина SCSI отличается от стандартной тем, что является 16-разрядной; это позволяет осуществлять параллельную передачу данных. Естественно, что для подключения подобных устройств нужны кабели нового типа. Стандартный 50-контактный (8-разрядный) кабель называется *кабелем типа А*. В стандарте SCSI-2 сначала был предусмотрен специальный 68-контактный кабель типа В, предназначенный для использования вместе с кабелем типа А для организации расширенной шины, но он был воспринят без особого энтузиазма и вскоре был вытеснен 68-контактным кабелем типа P, являющимся частью будущего стандарта SCSI-3. Произошло это потому, что пользоваться одиночным кабелем типа P при построении 16-разрядной шины, безусловно, удобнее, чем парой кабелей типов А и В.

Тридцатидвухразрядная шина Wide SCSI первоначально являлась частью стандарта SCSI-2, но она не получила широкого признания и, по-видимому, никогда не будет использоваться в персональных компьютерах. А, в принципе, для ее построения нужны два 68-контактных кабеля типов P и Q.

Спецификация Fiber Channel SCSI (волоконный канал SCSI). В спецификации Fiber Channel SCSI указаны технические требования к последовательному интерфейсу, в котором используется волоконный канал, а также характеристики протокола с набором команд SCSI. При использовании этой спецификации скорость передачи данных может достигать 100 Мбайт/с по волоконному или коаксиальному кабелю.

Оконечные нагрузки (терминаторы). Чтобы шина SCSI функционировала надежно, необходимо удовлетворить очень жесткие требования к оконечным нагрузкам. К сожалению, первоначально определенная в стандарте SCSI-1 пассивная оконечная нагрузка сопротивлением 132 Ома, не была предназначена для синхронной передачи данных на высоких скоростях. Плохие пассивные оконечные нагрузки могут быть причиной отражения сигнала, в результате чего могут появляться погрешности при увеличении скорости передачи или количества устройств, подключаемых к шине. В стандарте SCSI-2 определена активная (стабилизирующая напряжение) оконечная нагрузка, которая понижает импеданс оконечного устройства до 110 Ом и повышает надежность передачи данных.

Упорядочение команд. В стандарте SCSI-1 главное устройство, например основной адаптер, может выдавать в адрес каждого устройства только по одной команде. Стандартом SCSI-2 предусматривается возможность отправления в каждое устройство до 256 команд: они накапливаются в нем, обрабатываются и лишь затем от него на шину SCSI поступает ответ. Принимающее устройство может изменить порядок выполнения принятых команд для того, чтобы наиболее эффективно на них реагировать. Эта возможность особенно полезна при работе в многозадачной среде, например в OS/2 или Windows NT.

Новые команды. В качестве основы стандарта SCSI-2 была принята уже оформившаяся общая система команд — CCS. Но разрабатывалась она, в основном, для жестких дисков, в ней не были предусмотрены команды для управления другими устройствами. В SCSI-2 многие старые команды откорректированы и добавлены некоторые новые (для накопителей CD-ROM, оптических устройств, сканеров, коммуникационных устройств, съемных жестких дисков и т.п.).

Стандарт SCSI-3

Несмотря на то, что стандарт SCSI-2 официально был введен совсем недавно (неформально он действует уже в течение нескольких лет), сейчас интенсивно идет работа над SCSI-3. В него войдут все те возможности и функции, которые предусмотрены в SCSI-2 и, кроме того, будет добавлено много нового. Например, в SCSI-3 предусматривается подключение к шине до 32 устройств вместо нынешних 8.

Одним из самых впечатляющих нововведений в SCSI-3 является последовательный канал передачи данных (*Serial SCSI*) с быстродействием до 100 Мбайт/с, причем для соединений используется 6-контактный кабель. Переход от параллельного к последовательному способу передачи данных вызван желанием разработчиков избавиться от проблем, связанных с задержками сигналов, помехами и нагрузкой линий, а также со стремлением упростить кабельные соединения. По 6 проводникам последовательного канала Serial SCSI будет передано больше данных, чем по 128 в 32-разрядном параллельном варианте Fast SCSI! Ожидается, что вскоре интерфейс Serial SCSI будет монтироваться на системных платах компьютеров, благодаря чему появятся невиданные до сих пор возможности для их расширения и повышения производительности.

Конечно, Serial SCSI не превратит в одночасье все старые адаптеры и кабели в ненужный хлам, но в будущем возможности кабельного подключения при использовании этого канала расширятся. Значительно увеличится допустимая длина кабелей, снизится чувствительность к помехам, и подключать периферийные устройства к портативным компьютерам станет гораздо проще. Кроме того, предполагается, что в канале Serial SCSI будут использованы автоматическая подстройка нагрузки линии и установка идентификаторов SCSI ID, т.е. в полной мере будет реализован принцип Plug and Play.

Как уже было сказано, стандарт SCSI-3 сейчас находится на стадии разработки. Но, поскольку черновые варианты отдельных его составляющих уже существуют, вполне допустимо, что вскоре некоторые устройства будут рекламироваться как SCSI-3. Причем ничего противозаконного в этом нет, поскольку упомянутый стандарт включает в себя все требования

предыдущих, и любое устройство, соответствующее стандарту SCSI-1, можно назвать *SCSI-3-совместимым*. В указанных устройствах могут быть предусмотрены некоторые новшества, заимствованные из еще не принятого стандарта SCSI-3. И в этом кроется опасность — не исключено, что окончательная "редакция" этих нововведений будет отличаться от сегодняшней.

Кабели и разъемы SCSI

Стандарт SCSI предъявляет довольно жесткие требования к кабелям и разъемам. Для внутрисистемных соединений используется 50-контактный неэкранированный разъем, а для внешних — аналогичный экранированный разъем типа Centronics (с фиксатором). В официальной документации экранированный разъем иногда называют *Alternative 2*. Для однопроводной и дифференциальной шин предусмотрена как пассивная, так и активная нагрузка линий (активная предпочтительнее). 50-контактный кабель стандарта SCSI называется *кабелем типа A*.

В стандарте SCSI-2 кабели типа A могут оканчиваться также 50-контактными разъемами типа D с уменьшенным шагом выводов. Такие разъемы иногда называют *Alternative 1*. Разъем Alternative 2 типа Centronics достался SCSI-2 от предыдущей версии. Для 16- и 32-разрядных шин в стандарте SCSI-2 предусмотрен 68-контактный кабель B, который должен подключаться одновременно с кабелем A. Однако кабель B не получил широкого признания, и из стандарта SCSI-3 исключен.

Вместо злополучного кабеля B в стандарте SCSI-3 появился 68-контактный кабель P. На обоих кабелях (типов A и P) могут быть смонтированы либо экранированные, либо неэкранированные разъемы типа D. Они должны быть снабжены фиксаторами-защелками, а не проволочными кольцами, как разъемы Centronics. Для лучшей помехозащищенности нагрузка линий в однопроводных шинах должна быть активной.

Назначение выводов разъемов SCSI

Ниже будут приведены таблицы с назначениями выводов различных кабелей и разъемов SCSI. Как уже говорилось, существует две несовместимые одна с другой, с электрической точки зрения, версии интерфейса SCSI — однопроводная и дифференциальная. Устройства, выполненные по этим двум схемам, не должны подключаться к одной шине. Правда, дифференциальная шина на сегодняшний день встречается очень редко и вам вряд ли придется иметь с ней дело. Для каждой разновидности шины (однопроводной и дифференциальной) предусмотрены кабели трех типов:

- типа A (стандартная шина SCSI);
- типа P (16- и 32-разрядная шина Wide SCSI);
- типа Q (32-разрядная шина Wide SCSI).

В большинстве случаев в стандартах SCSI-1 и SCSI-2 для подключения периферийных устройств используется кабель типа A. Для подключения к шине Wide SCSI (16-разрядной) вместо него используется кабель типа P. К одной шине можно подключать как стандартные, так и 16-разрядные устройства, соединяя кабели типа A и P с помощью специальных адаптеров. Для подключения устройств к 32-разрядной шине SCSI-3 используются кабели типа P и Q, причем оба сразу.

На кабелях типа A могут быть смонтированы неэкранированные штыревые разъемы для внутрисистемных соединений или экранированные — для внешних подключений, причем разводки выводов у них разные. У разъемов кабелей типа P и Q, предназначенных для внутренних и внешних соединений, разводки выводов одинаковые.

Кабели и разъемы однопроводной шины SCSI. Однопроводная шина интерфейса SCSI получила наибольшее распространение в компьютерах IBM PC. В табл. 10.13 и 10.14 приведены разводки выводов разъемов как неэкранированного (для внутрисистемных соединений), так и экранированного кабелей типа A (для внешних подключений). Знак "минус" перед названием сигнала означает, что его активный уровень низкий. Линии, обозначенные как зарезервированные, соединяют между собой одноименные выводы разъемов. В кабелях типа A эти выводы в SCSI-устройствах должны оставаться неподключенными (но их можно и заземлить, т.е. соединить с общим), а в специальных модулях, предназначенных для нагрузки линий шины, они должны быть обязательно заземлены. В кабелях типов P и Q зарезервированные линии должны оставаться не подключенными как в SCSI-устройствах, так и в модулях нагрузки.

Таблица 10.13. Назначение выводов разъема неэкранированного кабеля типа A для внутренних соединений

Название сигнала	Вывод	Вывод	Название сигнала
Общий	1	2	–Данные, бит 0
Общий	3	4	–Данные, бит 1
Общий	5	6	–Данные, бит 2
Общий	7	8	–Данные, бит 3
Общий	9	10	–Данные, бит 4
Общий	11	12	–Данные, бит 5
Общий	13	14	–Данные, бит 6
Общий	15	16	–Данные, бит 7
Общий	17	18	–Данные, бит четности
Общий	19	20	Общий
Общий	21	22	Общий
Зарезервирован	23	24	Зарезервирован
Разомкнут	25	26	TERMPWR
Зарезервирован	27	28	Зарезервирован
Общий	29	30	Общий
Общий	31	32	–ATN
Общий	33	34	Общий
Общий	35	36	–BSY
Общий	37	38	–ACK
Общий	39	40	–RST
Общий	41	42	–MSG
Общий	43	44	–SEL
Общий	45	46	–C/D
Общий	47	48	–REQ
Общий	49	50	–I/O

Таблица 10.14. Назначение выводов разъема экранированного кабеля типа A для внешних подключений

Название сигнала	Вывод	Вывод	Название сигнала
Общий	1	26	–Данные, бит 0
Общий	2	27	–Данные, бит 1
Общий	3	28	–Данные, бит 2
Общий	4	29	–Данные, бит 3
Общий	5	30	–Данные, бит 4
Общий	6	31	–Данные, бит 5
Общий	7	32	–Данные, бит 6
Общий	8	33	–Данные, бит 7
Общий	9	34	–Данные, бит четности
Общий	10	35	Общий
Общий	11	36	Общий
Зарезервирован	12	37	Зарезервирован
Разомкнут	13	38	TERMPWR
Зарезервирован	14	39	Зарезервирован
Общий	15	40	Общий
Общий	16	41	–ATN
Общий	17	42	Общий
Общий	18	43	–BSY
Общий	19	44	–ACK
Общий	20	45	–RST
Общий	21	46	–MSG
Общий	22	47	–SEL
Общий	23	48	–C/D
Общий	24	49	–REQ
Общий	25	50	–I/O
Разомкнут	13	38	TERMPWR

Интерфейс SCSI используется почти во всех компьютерах PS/2 фирмы IBM, выпущенных после 1990 года. В них может быть установлен либо SCSI-адаптер для шины MCA, либо основной адаптер SCSI, смонтированный на системной плате. В любом случае для подключения к интерфейсу SCSI используется уникальный 60-контактный экранированный разъем типа mini-Centronics. Чтобы перейти от этого разъема к стандартному 50-контактному разъему Centronics, который используется в большинстве внешних SCSI-устройств, нужен специальный кабель. Назначение выводов 60-контактного внешнего экранированного разъема типа mini-Centronics приведено в табл. 10.15. Обратите внимание на то, что, хотя контакты располагаются не так, как в стандартных разъемах, их нумерация соответствует принятой для неэкранированного разъема кабеля типа A.

Таблица 10.15. Назначение выводов внешнего 60-контактного экранированного разъема интерфейса SCSI в компьютерах PS/2

Название сигнала	Вывод	Вывод	Название сигнала
Общий	1	60	Не подключен
–Данные, бит 0	2	59	Не подключен
Общий	3	58	Не подключен
–Данные, бит 1	4	57	Не подключен
Общий	5	56	Не подключен
–Данные, бит 2	6	55	Не подключен
Общий	7	54	Не подключен
–Данные, бит 3	8	53	Не подключен
Общий	9	52	Не подключен
–Данные, бит 4	10	51	Общий
Общий	11	50	–I/O
–Данные, бит 5	12	49	Общий
Общий	13	48	–REQ
–Данные, бит 6	14	47	Общий
Общий	15	46	–C/D
–Данные, бит 7	16	45	Общий
Общий	17	44	–SEL
–Данные, бит четности	18	43	Общий
Общий	19	42	–MSG
Общий	20	41	Общий
Общий	21	40	–RST
Общий	22	39	Общий
Зарезервирован	23	38	–ACK
Зарезервирован	24	37	Общий
Разомкнут	25	36	–BSY
TERMPWR	26	35	Общий
Зарезервирован	27	34	Общий
Зарезервирован	28	33	Общий
Общий	29	32	–ATN
Общий	30	31	Общий

Кабель типа P (для однопроводной шины) и разъемы предназначены для подключения различных устройств к 16-разрядной шине Wide SCSI-2 (назначение выводов приведено в табл. 10.16).

Таблица 10.16. Назначение выводов экранированного разъема кабеля типа P для внутренних и внешних соединений (однопроводная шина)

Название сигнала	Вывод	Вывод	Название сигнала
Общий	1	35	–Данные, бит 12
Общий	2	36	–Данные, бит 13
Общий	3	37	–Данные, бит 14
Общий	4	38	–Данные, бит 15
Общий	5	39	–Данные, бит четности 1
Общий	6	40	–Данные, бит 0
Общий	7	41	–Данные, бит 1
Общий	8	42	–Данные, бит 2
Общий	9	43	–Данные, бит 3
Общий	10	44	–Данные, бит 4
Общий	11	45	–Данные, бит 5
Общий	12	46	–Данные, бит 6
Общий	13	47	–Данные, бит 7
Общий	14	48	–Данные, бит четности 0
Общий	15	49	Общий
Общий	16	50	Общий
TERMPWR	17	51	TERMPWR
TERMPWR	18	52	TERMPWR
Зарезервирован	19	53	Зарезервирован
Общий	20	54	Общий
Общий	21	55	–ATN
Общий	22	56	Общий
Общий	23	57	–BSY
Общий	24	58	–ACK
Общий	25	59	–RST
Общий	26	60	–MSG
Общий	27	61	–SEL
Общий	28	62	–C/D
Общий	29	63	–REQ
Общий	30	64	–I/O
Общий	31	65	–Данные, бит 8
Общий	32	66	–Данные, бит 9
Общий	33	67	–Данные, бит 10
Общий	34	68	–Данные, бит 11

Кабель типа Q (для однопроводной шины) используется для организации 32-разрядной шины SCSI, причем только вместе с кабелем типа P. Назначение выводов разъема кабеля типа Q приведено в табл. 10.17. Заметим, что 32-разрядные SCSI-устройства встречаются крайне редко.

Таблица 10.17. Назначение выводов экранированного разъема кабеля типа Q для внутренних и внешних соединений (однопроводная шина)

Название сигнала	Вывод	Вывод	Название сигнала
Общий	1	35	–Данные, бит 28
Общий	2	36	–Данные, бит 29
Общий	3	37	–Данные, бит 30
Общий	4	38	–Данные, бит 31
Общий	5	39	–Данные, бит четности 3
Общий	6	40	–Данные, бит 16
Общий	7	41	–Данные, бит 17
Общий	8	42	–Данные, бит 18
Общий	9	43	–Данные, бит 19
Общий	10	44	–Данные, бит 20
Общий	11	45	–Данные, бит 21
Общий	12	46	–Данные, бит 22
Общий	13	47	–Данные, бит 23
Общий	14	48	–Данные, бит четности 2
Общий	15	49	Общий
Общий	16	50	Общий
TERMPWRQ	17	51	TERMPWRQ
TERMPWRQ	18	52	TERMPWRQ
TERMPWRQ	17	51	TERMPWRQ
TERMPWRQ	18	52	TERMPWRQ
Зарезервирован	19	53	Зарезервирован
Общий	20	54	Общий
Общий	21	55	Нагружен
Общий	22	56	Общий
Общий	23	57	Нагружен
Общий	24	58	–ACKQ
Общий	25	59	Нагружен
Общий	26	60	Нагружен
Общий	27	61	Нагружен
Общий	28	62	Нагружен
Общий	29	63	–REQQ
Общий	30	64	Нагружен
Общий	31	65	–Данные, бит 24
Общий	32	66	–Данные, бит 25
Общий	33	67	–Данные, бит 26
Общий	34	68	–Данные, бит 27

Дифференциальная шина SCSI. Дифференциальная шина SCSI почти не используется в персональных компьютерах (IBM PC), но она очень популярна в мини-системах, поскольку позволяет организовать связь между устройствами, разделенными большими расстояниями.

Оконечные нагрузки. Очень важно правильно установить оконечные нагрузки на шине SCSI. Для шины SCSI предусмотрены три типа оконечных нагрузок:

- пассивные;
- активные (также называемые Alternative 2);
- Forced Perfect Termination (FPT): FPT-3, FPT-18 и FPT-27.

Типичные пассивные оконечные нагрузки (резисторные схемы) не позволяют полностью предотвратить флуктуацию сигнала в шине. Обычно пассивные нагрузочные резисторы удовлетворяют требованиям передачи сигнала на короткие расстояния, например на два или три фута, но для более длинных расстояний лучше использовать активные оконечные нагрузки. Активная оконечная нагрузка требуется в соответствии со стандартом Fast SCSI.

Активная оконечная нагрузка фактически имеет один или несколько стабилизаторов напряжения, а не представляет собой делитель напряжения на резисторах. Активные оконечные нагрузки обычно имеют светодиод, указывающий на активность оконечной нагрузки. В соответствии с техническими требованиями SCSI-2 активную оконечную нагрузку рекомендуется применять на обоих концах шины, а в случае использования устройства Fast SCSI или Wide SCSI применение активной оконечной нагрузки обязательно. В наиболее высокоэффективных контроллерах установлена автоматическая оконечная нагрузка, так что если устройство стоит в конце цепочки, она включается автоматически.

Есть специальная разновидность активной оконечной нагрузки: *Forced Perfect Termination*. Forced Perfect Termination — улучшенная версия активной оконечной нагрузки, в которой добавлены диодные ограничители, чтобы устранить возможность превышения уровня (или, наоборот, слишком низкого уровня) сигнала. Достигается это за счет того, что с помощью этих оконечных нагрузок уровень сигнала привязывается не к уровню сигналов +5 В и Общий, а к уровню выходного сигнала двух регулируемых напряжений. Это дает возможность диодам привязки устранить превышение уровня (или, наоборот, слишком низкий уровень) сигнала, особенно при высоких скоростях передачи сигналов на довольно длинные расстояния.

Есть несколько версий оконечных нагрузок FPT. Версии FPT-3 и FPT-18 применяются в 8-разрядном стандарте SCSI, в то время как версия FPT-27 — в 16-разрядном (Wide) стандарте SCSI. В версии FPT-3 стандартизируются (приводятся к стандартному виду) три наиболее высокоактивных сигнала SCSI на 8-разрядной шине SCSI, в то время как в версии FPT-18 стандартизируются все сигналы SCSI на 8-разрядной шине, кроме общих. В версии FPT-27 также стандартизируются все 16-разрядные сигналы Wide SCSI, кроме общих.

> **Замечание**
>
> Несколько компаний делает высококачественные оконечные нагрузки для шины SCSI, к таким компаниям, в первую очередь, относятся Aeronics и отделение Data Mate в Methode. Обе эти компании создают разнообразные оконечные нагрузки, но Aeronics хорошо известна своими разработками некоторых уникальных версий FPT.

Конфигурация SCSI-дисков

Настраивать SCSI-диски несложно, особенно по сравнению с IDE-устройствами, и эта процедура оговорена стандартом SCSI. Для настройки жесткого диска нужно должным образом установить идентификатор (адрес) SCSI ID (от 0 до 7 или от 0 до 15) и установить (при необходимости) нагрузочные резисторы.

Установить идентификатор SCSI ID очень просто. К одной шине SCSI можно подключить до восьми устройств, и у каждого из них должен быть уникальный адрес — SCSI ID. Один адрес отводится для основного адаптера, а остальные семь предназначены для периферийных устройств. Большинству основных адаптеров при заводской настройке присваивается адрес с высшим приоритетом — ID 7. У остальных устройств адреса ID должны быть разными, в противном случае конфликты между ними неизбежны. В некоторых основных адаптерах предусматривается загрузка системы только с жесткого диска, которому присвоен конкретный адрес ID. Например, при использовании основного адаптера фирмы IBM загрузочному диску должен быть присвоен адрес ID 6. В новых основных адаптерах и компьютерах фирмы IBM загрузочному диску можно присвоить любой идентификатор. В старых адаптерах фирмы Adaptec у загрузочного диска должен быть адрес ID 0, а в новых он может быть любым.

Идентификатор SCSI ID обычно указывают с помощью перемычек, установленных в самом жестком диске. Если жесткий диск собран в отдельном корпусе, то иногда на его задней стенке можно обнаружить переключатель выбора SCSI ID. Он может быть кнопочным, поворотным и т.д. Если внешнего переключателя нет, придется снять с него крышку и установить адрес ID с помощью перемычек, установленных на плате самого жесткого диска.

Для установки SCSI ID нужны три перемычки; дело в том, что каждый конкретный ID определяется положением этих перемычек, которое соответствует некоторому двоичному числу. Например, если разомкнуть все три перемычки (т.е. установить их в положение `Off` — отключено), то это будет служить представлением двоичного числа 000b, которое соответствует нулевому значению ID. Если же положение перемычек соответствует двоичному числу 001b, то ID будет равен 1 (аналогично для числа 010 ID равен 2, а для 011b — 3 и т.д.). Три перемычки нужны потому, что для представления числа 7 (максимального адреса ID) необходимо три двоичных разряда. Напомним, что в двоичном представлении 0=000b, 1=001b, ..., 7=111b, где b означает, что число является двоичным.

К сожалению, в различных жестких дисках перемычки могут быть расположены по-разному: старший разряд может оказаться как слева, так и справа. В табл. 10.18 и 10.19 явно указаны возможные положения перемычек. Первая из таблиц соответствует случаю, когда старший разряд находится слева, а вторая — когда он расположен справа.

Таблица 10.18. Установка перемычек SCSI ID (старший разряд слева)

SCSI	Положения перемычек		
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

1 — перемычка замкнута (установлена в положение "On" — включено).

0 — перемычка разомкнута (установлена в положение "Off" — отключено).

Таблица 10.19. Установка перемычек SCSI ID (старший разряд справа)

SCSI	Положения перемычек		
0	0	0	0
1	1	0	0
2	0	1	0
3	1	1	0
4	0	0	1
5	1	0	1
6	0	1	1
7	1	1	1

1 — перемычка замкнута (установлена в положение "On" — включено).

Шина SCSI всегда должна быть нагружена с обоих концов. Если основной адаптер расположен на одном из концов шины, то в нем должны быть установлены нагрузочные резисторы. Если он расположен в середине цепочки, а к обоим ее концам подключены периферийные устройства, то модуль нагрузки в адаптере должен быть отключен, а в периферийных устройствах на концах должны быть установлены модули нагрузки. Модули нагрузки бывают разных типов, но рекомендуемый на сегодняшний день минимум — это активные модули, а еще лучше — устройства типа FPT.

Чтобы получить работоспособную SCSI-систему, используйте лучшие модули нагрузки из тех, что есть в вашем распоряжении, и подключайте их к обоим концам шины. Большинство проблем при использовании интерфейса SCSI возникает из-за плохой нагрузки шины. В одних устройствах модули нагрузки являются встроенными, и их можно отключать путем перестановки перемычек, а в других таких модулей нет, и к ним надо подключать внешние нагрузочные резисторы.

На корпусе внешнего SCSI-устройства обычно устанавливается два разъема — входной и выходной, что позволяет включать его в качестве звена последовательной цепочки. Если устройство оказывается в такой цепочке последним, то к его выходному порту SCSI нужно подключить внешний модуль нагрузки (рис. 10.7).

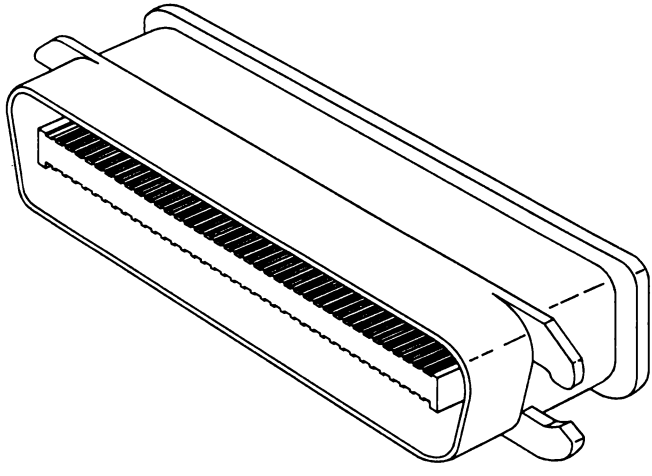


Рис. 10.7. Модуль нагрузки для внешнего SCSI-устройства

Существует несколько конструкций внешних нагрузочных резисторов, в том числе и конструкция проходного модуля. Такой модуль может понадобиться, если для нагрузки и подключения кабеля приходится использовать один и тот же разъем (порт), и при внутрисистемных подключениях SCSI-устройств, у которых нет встроенных модулей нагрузки. В частности, они нужны при внутренней установке большинства жестких дисков, поскольку в целях экономии места на плате управления встроенные модули нагрузки на них не устанавливаются.

Проходные модули (рис. 10.8) необходимы в том случае, если устройство подключено к концу шины и имеется только один разъем для подключения SCSI-устройства.

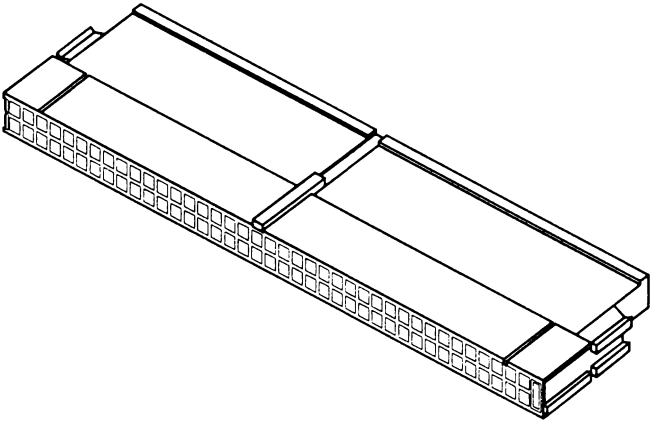


Рис. 10.8. Проходной модуль нагрузки для внутреннего SCSI-устройства

Совет

Не забывайте подключать к обоим концам шины высококачественные активные модули нагрузки (или модули с принудительным ограничением сигнала FPT) — и у вас никогда не будет никаких проблем.

Дополнительная настройка режимов работы. В SCSI-диске могут быть установлены дополнительные перемычки для выбора следующих рабочих режимов:

- запуск по команде (запуск с задержкой);
- контроль четности;
- подача постоянного напряжения на модуль нагрузки;
- режим синхронизации.

Запуск по команде (запуск с задержкой). Если в системе установлено несколько жестких дисков, то желательно настроить их таким образом, чтобы при включении компьютера они запускались *поочередно*. Дело в том, что в течение нескольких секунд после включения, пока диски раскручиваются до своей номинальной частоты вращения, жесткий диск потребляет в 3–4 раза большую мощность, чем при обычной работе. Одновременный запуск всех жестких дисков может привести к перегрузке блока питания и срабатыванию защиты, в результате чего компьютер будет зависать либо при каждом включении, либо эпизодически.

Чтобы подобных проблем не возникало, почти во всех SCSI-дисках предусматривается возможность задержки запуска двигателя. Когда основной адаптер инициализирует шину SCSI, на нее, в частности, последовательно по всем адресам ID выдается команда запуска

устройства (Start Unit). Установив соответствующую перемычку в жестком диске, можно задержать начало раскручивания дисков до момента получения команды Start Unit от основного адаптера. Поскольку указанная команда по всем адресам ID передается последовательно, начиная с устройства с высшим приоритетом (ID 7) и заканчивая устройством с низшим приоритетом (ID 0), таким же будет и порядок запуска жестких дисков. В некоторых основных адаптерах выдача команды Start Unit не предусмотрена; в этом случае жесткие диски не будут ее дожидаться, а через несколько секунд запустятся самостоятельно.

Если к шине SCSI подключены внешние жесткие диски со своими отдельными блоками питания, то задерживать их запуск не нужно. Задержанный запуск предназначен, в основном, для внутренних жестких дисков, подключенных к блоку питания компьютера. Я советую воспользоваться этой возможностью даже в том случае, если в компьютере установлен только *один* внутренний жесткий SCSI-диск. Этим вы существенно уменьшите пиковую нагрузку на блок питания, поскольку жесткий диск будет включаться в работу последним, уже после того как на все остальные компоненты компьютера будет подано напряжение. Это особенно важно для портативных компьютеров и систем с ограниченными возможностями блока питания.

Контроль четности. Контроль четности — это простейший способ проверить достоверность переданной информации. Этот контроль предусмотрен почти во всех основных адаптерах SCSI, поэтому все подключенные к ним устройства должны быть переведены в соответствующий режим. Единственная причина, по которой еще сохраняется возможность отключения контроля четности, состоит в том, что некоторые старые адаптеры при включенном контроле не работают.

Подача постоянного напряжения на модуль оконечной нагрузки. На модули оконечной нагрузки нужно подавать постоянное напряжение как минимум от одного устройства, подключенного к шине SCSI. В большинстве случаев оно подается с основного адаптера, но иногда в них (например, в основных адаптерах параллельного порта SCSI) такая возможность не предусматривается. Ничего страшного не произойдет, если постоянные напряжения для питания модулей нагрузки будут подаваться на шину сразу с нескольких устройств — короткого замыкания не случится, поскольку все напряжения поступают через защищающие диоды. Я рекомендую вам во всех устройствах установить соответствующую перемычку. Намного хуже, если на шину вообще не будет подаваться никакого напряжения (тогда модули нагрузки окажутся неработоспособными, в результате чего нарушится нагрузка шины и работа всего интерфейса).

Режим синхронизации. Шина SCSI может работать в двух режимах: *асинхронном* (принимается по умолчанию) и *синхронном*. Режим синхронизации устанавливается после предварительного обмена специальными сообщениями между двумя устройствами. До начала обмена данными активное устройство (инициатор) и принимающее устройство (адресат) согласуют между собой способ выполнения этого обмена. Такая процедура называется *соглашением о синхронизации*. Если оба устройства способны осуществлять быстрые синхронизированные обмены, то именно в этом режиме будут передаваться данные.

К сожалению, некоторые старые устройства, вместо того чтобы должным образом реагировать на запрос о возможности синхронной передачи данных, просто отключаются при его получении. Поэтому во многих основных адаптерах и устройствах, в которых предусмотрен синхронный обмен данными (и соответствующий протокол нагрузки), устанавливается перемычка, с помощью которой передачу запросов можно отменить и сделать эти адаптеры совместимыми со старыми SCSI-устройствами. Во всех современных устройствах соглашение о синхронизации предусмотрено по умолчанию, и все запросы должны быть разрешены.

Самонастраивающиеся (Plug and Play) SCSI-устройства

Требования к самонастраивающимся (Plug and Play) SCSI-устройствам были впервые сформулированы в апреле 1994 года. Принятые подходы позволяют разрабатывать и выпускать периферийные устройства, которые при использовании соответствующей операционной системы настраиваются автоматически. При этом, естественно, значительно упрощается подключение и настройка внешних жестких дисков, накопителей на магнитной ленте и CD-ROM.

Чтобы подключить периферийное устройство, вам понадобится самонастраивающийся адаптер, например для шины ISA или PCI. Дополнительные самонастраивающиеся платы позволяют операционной системе, реализующей принцип Plug and Play, автоматически настраивать программы-драйверы и системные ресурсы для работы с основным SCSI-адаптером.

Основные достоинства стандарта Plug and Play SCSI версии 1.0 заключаются в следующем:

- соединение одиночным кабелем;
- автоматическая нагрузка шины SCSI;
- автоматическое присвоение идентификатора SCSI ID;
- полная обратная совместимость со старыми SCSI-устройствами.

Введение этого стандарта существенно облегчает рядовым пользователям работу с интерфейсом и устройствами SCSI.

Драйверы устройств SCSI. Для работы любого периферийного устройства (кроме жестких дисков), которое подключается к шине SCSI, нужна специальная программа-драйвер. Исключение составляют только жесткие диски — необходимый для них драйвер обычно является составной частью BIOS основного адаптера SCSI. Что же касается внешних драйверов, то они определяются не только конкретным устройством, но и конкретным основным адаптером.

Некоторое время назад для организации взаимодействия основного адаптера с компьютером были разработаны стандартные драйверы двух типов, сразу завоевавшие широкую популярность. Избавившись от необходимости каждый раз разрабатывать драйвер основного адаптера, изготовители периферийных устройств смогли сосредоточить свои усилия на создании для них специализированных драйверов, рассчитанных на взаимодействие с упомянутым универсальным драйвером основного адаптера. При таком подходе тип используемого в системе основного адаптера уже не играет определяющей роли. Стандартный первичный (универсальный) драйвер обеспечивает его взаимодействие с операционной системой.

В настоящее время самое широкое распространение получил универсальный драйвер *ASPI* (*Advanced SCSI Programming Interface*), и многие производители периферийных устройств разрабатывают свои драйверы для взаимодействия именно с ASPI. Этот драйвер был создан фирмой Adaptec, но многие компании приобрели лицензии на его использование. В системе DOS ASPI непосредственно не поддерживается, но допускается его загрузка. В системах Windows 95, NT, OS/2 версии 2.1 и более поздних предусмотрена автоматическая поддержка ASPI для нескольких основных адаптеров SCSI.

Фирмы Future Domain и NCR разработали еще один интерфейсный драйвер — *CAM* (*Common Access Method* — метод общего доступа). CAM — это утвержденный институтом ANSI протокол, который позволяет одному драйверу управлять несколькими основными адаптерами. Наряду с ASPI в операционной системе OS/2 версий 2.1 и последующих предусмотрена поддержка CAM. Фирма Future Domain в качестве вспомогательной прилагает к своим основным адаптерам программу-конвертер CAM-ASPI.

Советы по конфигурации устройств SCSI

При подключении к одной шине SCSI нескольких устройств система усложняется. Несколько приведенных ниже советов помогут вам быстро и грамотно ее настроить.

- *На каждом этапе подключайте только одно новое устройство.* Вместо того чтобы подключить сразу все устройства, а потом пытаться настроить их одновременно, начните с установки основного адаптера и одного жесткого диска. После этого подключайте остальные устройства по одному, каждый раз проверяя правильность работы системы.
- *Ведите соответствующую документацию.* Подключая новое SCSI-устройство, записывайте его адрес SCSI ID, а также состояния всех переключателей и перемычек (например, режима контроля четности). Запишите адреса BIOS, номера прерывания и канала DMA, адреса ввода-вывода, используемые основным адаптером, а также состояния перемычек и прочие особенности конфигурации (например, способ нагрузки шины), которые могут пригодиться в дальнейшем.
- *Правильно нагружайте шину.* К каждому ее концу должен быть подключен модуль нагрузки. Лучше всего использовать активные модули или модули с принудительным ограничением сигнала (FPT). При подключении к шине любого устройства типа Fast SCSI-2 должны использоваться только активные модули нагрузки, а не более дешевые пассивные. Их настоятельно рекомендуется использовать даже при подключении к шине стандартных ("медленных") SCSI-устройств. Если к шине подключены только внутренние или только внешние устройства, то модули нагрузки должны быть установлены в основном адаптере и последнем устройстве в цепочке. Если же в цепочку входят и внутренние, и внешние устройства, то модули нагрузки должны быть установлены в двух крайних устройствах (одном внешнем и одном внутреннем), а из основного адаптера, который находится в середине шины, модуль необходимо изъять.
- *Используйте высококачественные экранированные кабели.* Убедитесь в соответствии кабельных разъемов. Учитывайте ограничения, накладываемые на длину шины. Для организации одной шины SCSI лучше использовать кабели одного типа. У кабелей различных типов разное волновое сопротивление, что неизбежно приводит к появлению лишних отраженных сигналов. Это обстоятельство имеет особое значение при работе с длинными кабелями и при высоких скоростях передачи данных.

Следуя этим простым советам, вы сможете избежать ненужных проблем и легко выполнить конфигурацию SCSI-устройств.

Сравнение интерфейсов SCSI и IDE

При сравнении производительности и возможностей жестких дисков IDE и SCSI необходимо учитывать несколько факторов. В настоящее время жесткие диски этих двух типов чаще всего устанавливаются в персональных компьютерах (IBM PC), и во многих случаях одна фирма-изготовитель выпускает практически одинаковые жесткие диски, но с разными интерфейсами. Выбор оптимального жесткого диска в каждом конкретном случае зависит от многих обстоятельств и зачастую оказывается весьма сложной проблемой.

В большинстве случаев IDE-диски при выполнении конкретной задачи или по результатам проверки с помощью программ аттестации оказываются *эквивалентными* SCSI-устройствам. При этом IDE-устройства дешевле SCSI-устройств. Однако в некоторых ситуациях SCSI-диски имеют преимущество и в производительности, и в цене. Это и неудивительно, ведь SCSI, в действительности, является усовершенствованием IDE, причем оба этих интерфейса "происходят" от ST-506/412 и ESDI.

Эволюция SCSI-дисков

Напомним, что SCSI — это не дисковый интерфейс, а шина, к которой могут подключаться интерфейсные адаптеры, соединенные, в свою очередь, с контроллерами жестких дисков или других устройств. Первые SCSI-устройства для ПК были просто обычными жесткими дисками ST-506/412 или ESDI с отдельным дополнительным интерфейсным адаптером шины SCSI (его еще иногда называют *переходным контроллером*), который, с одной стороны, согласовывал интерфейс ST-506/412 или ESDI, а с другой — SCSI. Первые такие интерфейсные адаптеры представляли собой самостоятельные печатные платы, а полностью устройство монтировалось в отдельном корпусе.

Следующий шаг заключался в том, чтобы перенести "конвертер" шины SCSI на плату управления самого жесткого диска, т.е. сделать интерфейс SCSI встроенным.

На этом этапе стало ясно, что внутренние операции в жестком диске совсем не обязательно должны осуществляться в соответствии с требованиями стандарта ST-506/412 или ESDI, поскольку единственное устройство, с которым приходится "общаться" контроллеру диска, оказалось встроенным в жесткий диск. Учитывая это, изготовители интегральных микросхем для интерфейсов и контроллеров начали разрабатывать на базе уже имевшихся комплектов для ST-506/412 и ESDI специализированные микросхемы с более широкими возможностями и более высоким быстродействием. Если внимательно посмотреть на современный SCSI-диск, то можно увидеть, что микросхема или комплект микросхем контроллера диска в нем либо те же самые, либо являются усовершенствованными вариантами микросхем, которые устанавливались в контроллерах ST-506/412 или ESDI.

Рассмотрим несколько примеров. Жесткий диск ATA IDE должен полностью эмулировать интерфейс системного уровня дискового контроллера WD1003 фирмы Western Digital. Эти жесткие диски должны работать так, как будто в них встроен контроллер ST-506/412 или ESDI, что и есть на самом деле. Возможности встроенных контроллеров обычно шире возможностей первых WD1003 (как правило, это выражается в появлении дополнительных команд), но они в любом случае должны воспринимать всю систему команд своего предшественника.

Если вы следите за новинками на компьютерном рынке, то, наверное, заметили, что многие фирмы-производители сейчас выпускают жесткие диски обеих версий — и ATA IDE, и SCSI. Иными словами, если фирма выпускает жесткий IDE-диск емкостью 500 Мбайт, то почти наверняка вы найдете и SCSI-модель с такими же емкостью и параметрами, в которой используется тот же блок HDA (причем она даже внешне будет похожа на модель IDE). При внимательном рассмотрении оказывается, что единственное различие между этими жесткими дисками состоит в том, что на плате управления модели SCSI установлена дополнительная микросхема, которая называется *контроллером интерфейса шины SCSI (SBIC — SCSI Bus Interface Controller)*.

На рис. 10.9 и 10.10 показаны блок-схемы плат управления жестких дисков WD-AP4200 (ATA IDE-диск емкостью 200 Мбайт) и WD-SP4200 (SCSI-диск с такой же емкостью). В них используется один и тот же блок HDA, и даже платы управления похожи одна на другую и различаются только наличием микросхемы SBIC в SCSI-диске.

Обратите внимание на то, что схемы обоих жестких дисков почти совпадают. В SCSI-модели взаимодействие между контроллером диска и шиной SCSI осуществляется через микросхему — контроллер интерфейса шины WD33C93. В сущности, две схемы различаются только наличием в последней указанного контроллера. В целом же схема жесткого SCSI-диска представляет собой интегрированную версию первых SCSI-устройств с отдельным переходным контроллером.

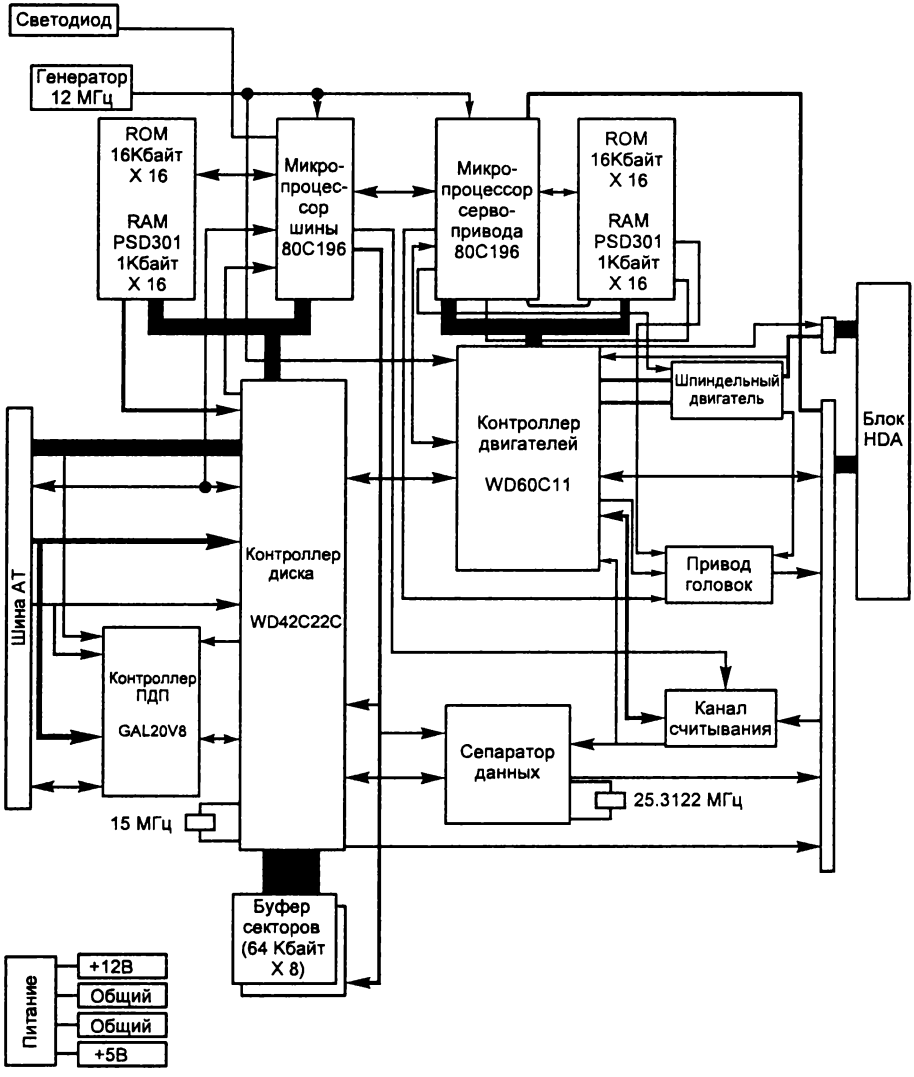


Рис. 10.9. Блок-схема платы управления жесткого ATA IDE-диска WD-AP4200 емкостью 200 Мбайт фирмы Western Digital

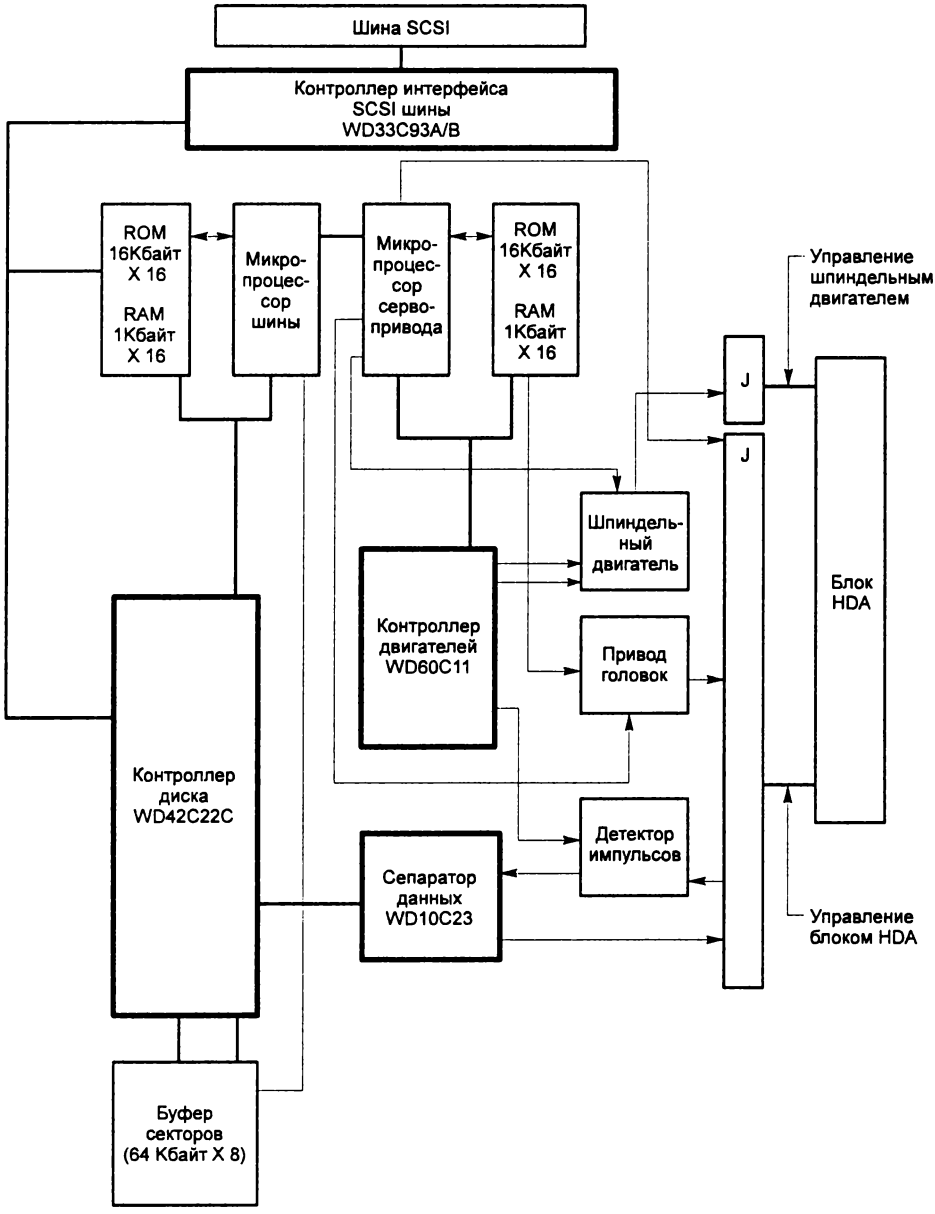


Рис. 10.10. Блок-схема платы управления жесткого SCSI-диска WD-SP4200 емкостью 200 Мбайт фирмы Western Digital

Чтобы закончить с этим примером, рассмотрим блок-схему контроллера WD1006V-MM1 интерфейса ST-506/412 (рис. 10.11).

Основой этой платы является тот же контроллер диска WD42C22, который используется в IDE- и SCSI-дисках.

Такой подход к разработке ATA IDE- и SCSI-дисков характерен не только для Western Digital, но и для других фирм. Причем чаще всего используются те же микросхемы, что и рассмотренные выше, хотя не исключено применение интегральных схем других фирм. Как нетрудно догадаться, большинство SCSI-дисков представляет собой обычные ATA IDE-устройства с дополнительным контроллером интерфейса шины SCSI.

А теперь посмотрим, к чему приводит такой подход с точки зрения быстродействия системы. Если практически все SCSI-диски представляют собой ATA IDE-устройства с дополнительным интерфейсом SCSI, то какой вывод из этого можно сделать?

Прежде всего, при длительных обменах данными ни одно устройство не способно обеспечить скорость передачи данных выше некоторого предела, определяемого темпом считывания информации с магнитного носителя. Другими словами, производительность жесткого диска ограничивается быстродействием блока HDA. Небольшие порции данных (пакеты) могут передаваться с очень высокой скоростью, поскольку во многих жестких дисках имеется встроенная кэш-память или буфер опережающего (упреждающего) считывания. Причем емкость кэш-памяти в современных ATA IDE- и SCSI-дисках может даже превышать 1 Мбайт! Однако независимо от емкости и "интеллектуальности" кэш-памяти при длительных обменах данными быстродействие все же ограничивается возможностями блока HDA.

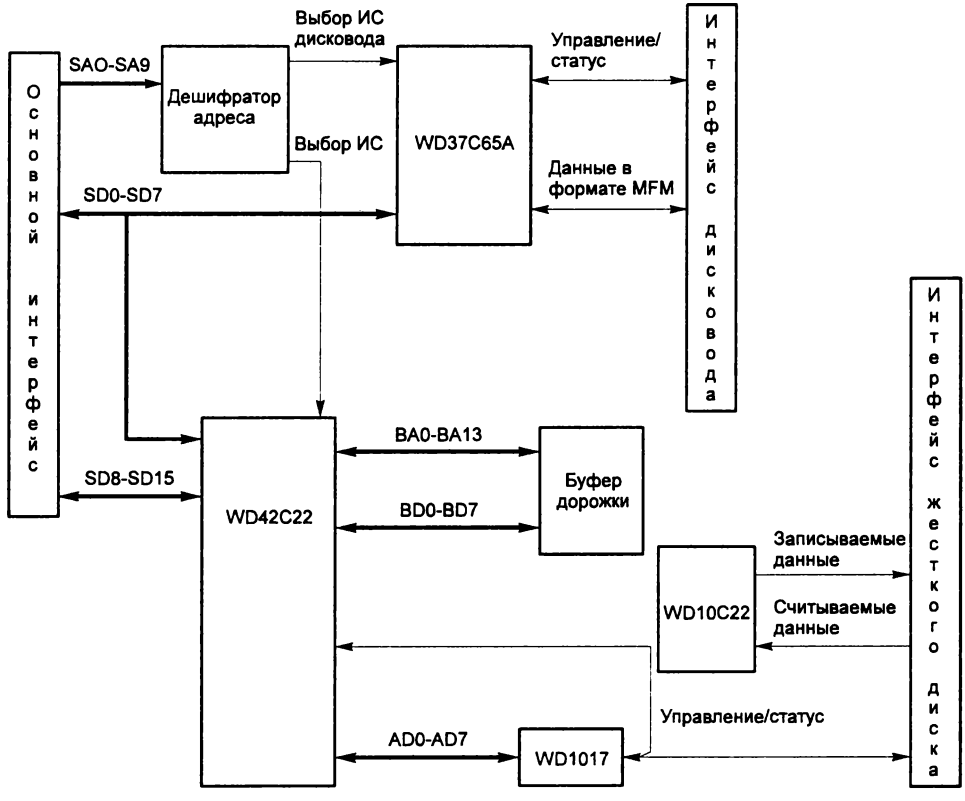


Рис. 10.11. Блок-схема контроллера WD1006V-MM1 интерфейса ST-506/412 фирмы Western Digital

Данные, поступающие из блоков HDA, должны пройти через контроллеры диска, схемы которых, как мы уже говорили, почти одинаковы в однотипных ATA IDE- и SCSI-дисках. В ATA IDE-дисках данные после этого выдаются *прямо* на системную шину, а в SCSI-дисках они сначала должны последовательно пройти через интерфейсный контроллер шины SCSI, установленный в самом устройстве, а затем — через шину и контроллер шины на плате основного SCSI-адаптера вашего компьютера. Неизбежные задержки, возникающие при прохождении столь длинного "маршрута", должны приводить к снижению быстродействия по сравнению с прямой передачей данных в системную шину, осуществляемой через интерфейс ATA IDE.

Принято считать, что интерфейс SCSI намного превосходит IDE по быстродействию, но, к сожалению, чаще всего это не так. Ошибка заключается в том, что обычно производительность шин SCSI и ISA сравнивают "в чистом виде". По 8-разрядной шине SCSI в "быстром" (Fast) режиме данные можно передавать со скоростью до 10 млн байт/с, в то время как скорость обмена по 16-разрядной шине ISA, к которой непосредственно подключаются IDE-диски, находится в пределах 2–8 млн байт/с. Конечно, при таком сравнении интерфейс SCSI выглядит явно предпочтительнее, но реальным фактором, снижающим производительность системы, является не чистое быстродействие шины, а ограниченные возможности блока HDA и контроллера диска. С другой стороны, какой бы адаптер SCSI вы ни использовали (для шины PCI, VL-Bus, EISA или 32-разрядной шины MCA), скорость обмена данными через интерфейс SCSI ограничивается производительностью системной шины.

Вместе с тем следует отметить, что современные мультизадачные операционные системы допускают возможность одновременного выполнения нескольких операций передачи данных. Однако в интерфейсе IDE, в отличие от SCSI, такая возможность не поддерживается. Поэтому *одновременное* выполнение операций записи и чтения возможно только при наличии SCSI-устройств. Поэтому именно интерфейс SCSI позволяет полностью использовать преимущества мультизадачности. При этом, естественно, повышается пропуская способность дисковой подсистемы. Кроме того, в некоторых развитых операционных системах (например, Windows NT) применяются так называемые *наборы дисковых слоев*. Набор дисковых слоев — это несколько дисководов, которые логически используются как один дисковод. При передаче данные равномерно распределяются между дисководами, что повышает пропускную способность дисковой подсистемы.

Производительность

В настоящее время в большинстве персональных компьютеров (IBM PC) устанавливаются диски ATA IDE, что объясняется их дешевизной и высокой производительностью. Сравнивая быстродействие жестких дисков с интерфейсами IDE и SCSI, необходимо, в первую очередь, учесть характеристики установленных в них блоков HDA.

Для сравнения лучше всего выбрать IDE- и SCSI-диски одной и той же фирмы с идентичными блоками HDA. Как уже говорилось выше, очень часто одна и та же фирма выпускает практически одинаковые жесткие диски с разными интерфейсами (IDE и SCSI). Например, существует две модели Seagate — ST-3600A (интерфейс ATA IDE) и ST-3600N (интерфейс Fast SCSI). В них установлен один и тот же блок HDA, и различаются они только конструкцией платы управления. На плате управления IDE-диска встроен контроллер диска и "прямой" интерфейс шины AT. В SCSI-диске установлены те же самые контроллер диска и интерфейс шины, но к ним еще добавлена микросхема SBIC контроллера шины SCSI, т.е. дополнительный SCSI-адаптер, который связывает жесткий диск с шиной SCSI. По существу, все жесткие диски SCSI являются IDE-устройствами с дополнительно установленной микросхемой SBIC.

Скорость передачи данных (при длительных обменах) для блоков HDA указанных жестких дисков — 2,38–4 Мбайт/с. Поскольку при использовании SCSI-устройства возникают до-

полнительные задержки, связанные с прохождением сигналов и команд по шине SCSI, становится ясно, что IDE-диск с прямым выходом на системную шину работает быстрее.

Преимущества и ограничения

В IDE-дисках при передаче данных из каждого сектора на вспомогательные операции затрачивается гораздо меньше времени, чем в SCSI-устройствах. Помимо одинаковых для жестких дисков обоих типов задержек, связанных с передачей данных через контроллер, при передаче их по шине SCSI возникают дополнительные задержки, связанные с выбором жесткого диска-адресата, запросом данных, окончанием передачи и, наконец, преобразованием логических адресов в физические, выраженные в значениях цилиндров, головок и секторов.

В результате интерфейс IDE имеет неоспоримое преимущество при последовательных обменах данными, характерных для однозадачной операционной системы. Однако при работе в многозадачной системе, которая в состоянии извлечь выгоду из "интеллектуальных способностей" шины SCSI, производительность SCSI-диска может оказаться выше.

Архитектура SCSI-дисков значительно сложнее архитектуры IDE-устройств, что дает им некоторые дополнительные преимущества. Поскольку в каждом SCSI-диске есть свой встроенный контроллер диска, который работает независимо от центрального процессора системы, компьютер может подавать команды сразу всем жестким дискам. Данные могут быть накоплены в буфере, а затем очень быстро переданы в совместно используемую всеми устройствами шину SCSI.

В IDE-дисках тоже есть встроенные контроллеры, однако они не могут работать одновременно, и ни накопление, ни упорядочение команд в них не предусматривается. Поэтому формально сдвоенные контроллеры в IDE-системе с двумя жесткими дисками работают "через раз", т.е. в конкретный момент времени активен только один жесткий диск.

Для обеспечения работы SCSI-дисков нужна довольно дорогая плата основного адаптера. Но при этом следует иметь в виду, что все чаще и чаще у владельцев персональных компьютеров возникают потребности в устройствах типа накопителей на магнитной ленте, CD-ROM и оптических дисков, для подключения которых необходим основной адаптер шины SCSI. В результате дополнительные средства, затраченные на его покупку, равномерно распределятся между всеми перечисленными устройствами, и на долю SCSI-диска приходится лишь весьма незначительная часть этих денег.

Итак, какие же ограничения характерны для интерфейса IDE?

- Не предусмотрен многозадачный ввод-вывод с "перекрытиями".
- Невозможны накопление и упорядочение команд.

Как нетрудно заметить, у интерфейса SCSI есть некоторые преимущества перед IDE, особенно в том, что касается возможностей расширения и работы с многозадачными операционными системами. К сожалению, и стоимость его намного выше.

В заключение отметим еще одно преимущество интерфейса SCSI — взаимозаменяемость внешних устройств. Можно просто взять внешний SCSI-дисковод компакт-дисков, лентопротяжку, сканер или даже жесткий диск и установить данное устройство в другую систему. Это позволяет переносить периферийное оборудование от одного компьютера в другой. Такая возможность может быть очень полезна, если у вас несколько компьютеров, на которых вы хотите использовать одно и то же периферийное оборудование. Новое внешнее SCSI-устройство в систему установить легче, поскольку при этом не нужно снимать корпус.

Рекомендуемые основные адаптеры SCSI

Обычно я всем советую устанавливать в свои компьютеры платы фирмы Adaptec. К этим адаптерам прилагаются все необходимые управляющие программы и программы форматирования. В Windows 95, Windows NT и OS/2 встроена поддержка адаптеров SCSI фирмы Adap-

tec. Это весьма существенное преимущество, поскольку оно позволяет обойтись без дополнительных драйверов.

Стандартный (или Fast) SCSI-интерфейс, в основном, поддерживается шиной ISA. Но если вы собираетесь установить шину Fast-Wide SCSI, и особенно шину Ultra-Wide, то вам следует выбрать адаптер, который подключается к локальной шине PCI. Дело в том, что максимальная скорость передачи данных, которую способна обеспечить шина ISA, приблизительно равна 8 Мбайт/с; в то же время для шины Fast-Wide SCSI этот параметр достигает 20 Мбайт/с, а для Ultra-Wide SCSI — даже 40 Мбайт/с! В большинстве случаев лучше всего выбрать адаптер, который подключается к локальной шине PCI (он устанавливается в большинстве современных персональных компьютеров).

Примерами нового семейства SCSI-адаптеров для шины ISA являются платы AHA-2940AU (рис. 10.12) и 2940UW фирмы Adaptec. 2940AU — Ultra-SCSI-адаптер, а 2940UW — Ultra-Wide. Эти адаптеры отличаются простотой установки и эксплуатации. Почти все их функции настраиваются и устанавливаются программно. Вам не нужно копаться в инструкциях в поисках сведений о способах установки перемычек выбора номера прерывания, канала DMA, адресов ввода-вывода и другой информации — все эти параметры можно задать программно и сохранить настройку в модулях памяти, установленных на платах. Ниже перечислены некоторые наиболее интересные особенности этих плат.

- Программа полной конфигурации, записанная в ПЗУ адаптера.
- Программная настройка прерывания, канала DMA, адресов ввода-вывода, контроля четности, идентификатора SCSI ID и других параметров адаптера.
- Программное включение модуля нагрузки (не нужно вынимать никаких резисторов из гнезд на плате!).
- Возможность подключения до пятнадцати устройств (поддержка на уровне BIOS).
- При подключении более двух жестких дисков не нужен дополнительный драйвер.
- Возможность поочередного запуска жестких дисков.
- Компьютер может быть загружен с накопителя с любым адресом SCSI ID.

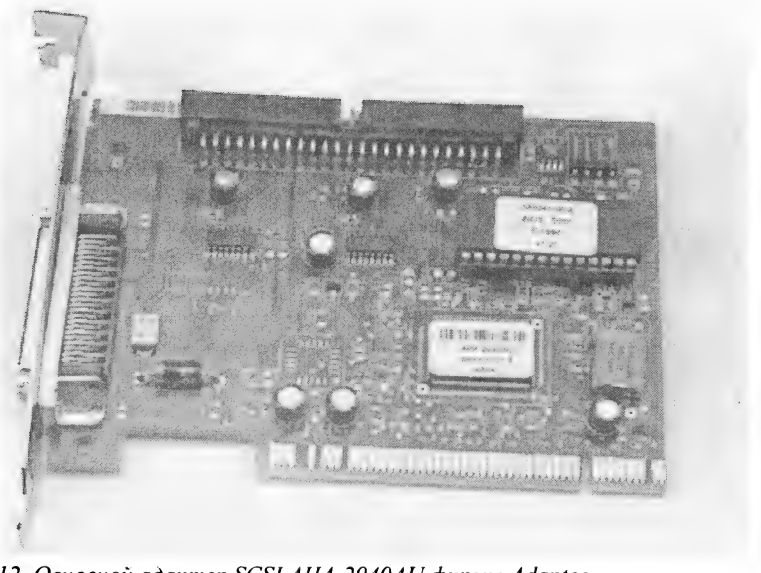


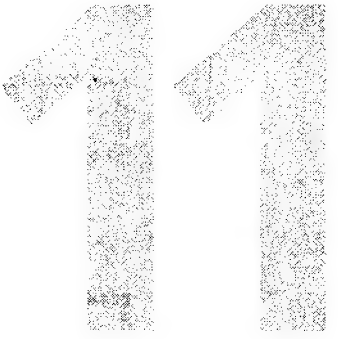
Рис. 10.12. Основной адаптер SCSI AHA-2940AU фирмы Adaptec

Во всех SCSI-адаптерах фирмы Adaptec предусмотрена полная поддержка режима Plug and Play. Эти адаптеры будут автоматически конфигурированы в любом персональном компьютере, который удовлетворяет техническим требованиям Plug and Play, причем их можно конфигурировать вручную с помощью поставляемого программного обеспечения в системах, не поддерживающих режим самонастройки. Я настоятельно рекомендую SCSI-адаптеры, которые поддерживают режим Plug and Play, потому что их можно конфигурировать, не открывая персональный компьютер! Все функции устанавливаются с помощью программного обеспечения, и при этом не нужно переставлять никаких перемычек или переключателей. Большинство изготовителей периферийных устройств сначала разрабатывает драйверы для плат Adaptec, и поэтому с такими платами не будет никаких проблем, связанных с совместимостью или поиском драйвера.

Во всех SCSI-адаптерах фирмы Adaptec предусмотрена полная поддержка режима Plug and Play. Их можно автоматически настраивать в любом персональном компьютере, который поддерживает стандарт Plug and Play. Если же этот стандарт в компьютере не поддерживается, то адаптеры можно настраивать вручную с помощью специальных программ. Я настоятельно рекомендую вам использовать SCSI-адаптеры стандарта Plug and Play, ведь их можно настраивать, не открывая крышку системного блока! Все функции устанавливаются программно, и не нужно думать ни о каких перемычках или переключателях! Большинство изготовителей периферийного оборудования разрабатывает новые программы-драйверы, в первую очередь, для плат фирмы Adaptec, поэтому проблем, связанных с совместимостью или отсутствием программного обеспечения для этих плат, практически не возникает.

Глава 11

Сети и коммуникации



В настоящее время ведущую роль играют связи между компьютерами. Используя модем или локальную сеть, можно получить доступ к другим компьютерам, отправить и получить электронную почту или подключиться к Internet. В этой главе рассматриваются способы подключения компьютера к сети.

Операционные системы Windows 9*x* и Windows NT фактически сгладили различия между модемом и сетевым адаптером. При подключении к Internet не имеет значения, какое устройство при этом используется — модем или сетевой адаптер. В обоих случаях применяется одно и то же клиентское программное обеспечение и одни и те же протоколы. Например, протокол TCP/IP с успехом используется как в локальных сетях, так и в Internet. При подключении к Internet с помощью модема и телефонной линии вы подключаетесь к сети провайдера, используя вместо сетевого адаптера модем.

Асинхронные модемы

Модем в компьютере, который не подключается к сети, является лишь одним из элементов оборудования. А модем в компьютере, который с его помощью подключается к сети (локальной или глобальной), становится важным компонентом. Можно сказать, что модем является вашим проводником во внешний мир.

Термин *модем* (сокращение от *модулятор-демодулятор*) описывает устройство, преобразующее цифровые данные в аналоговые сигналы, которые затем передаются по телефонной сети, и выполняющее обратное преобразование — аналоговых сигналов в цифровые данные. Модем — это *асинхронное* устройство. Это означает, что передаваемые данные представляют собой поток небольших пакетов. Принимающая система может извлекать необходимые данные из этих пакетов.

Асинхронные модемы передают каждый байт данных в отдельном пакете. Каждому передаваемому байту должен предшествовать стандартный *стартовый бит*, а завершать его передачу должен *стоповый бит*. Стартовый бит сообщает принимающему устройству, что следующие 8 бит представляют собой байт данных. После символа передаются один или два стоповых бита, сигнализирующие об окончании передачи символа (рис. 11.1). Асинхронное соединение часто называют *соединение старт-стоп*, в отличие от синхронного соединения, где данные передаются непрерывным потоком.

Замечание

Чаще всего при высокоскоростном модемном соединении стартовый и стоповый биты не передаются по телефонной линии. Эти биты являются частью пакетов, генерируемых коммуникационным программным обеспечением.

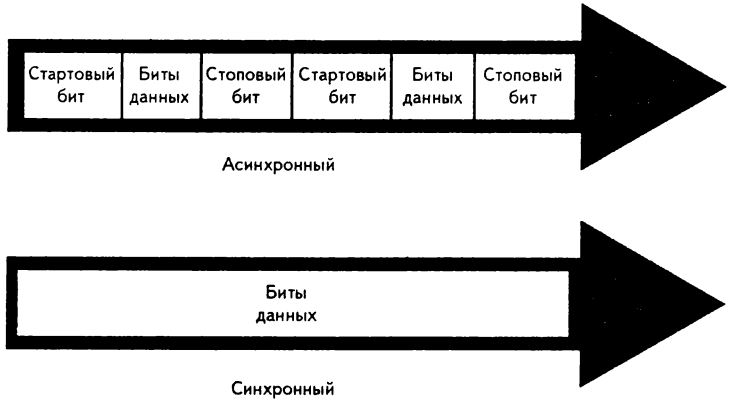


Рис. 11.1. В асинхронных модемах при передаче одного байта данных добавляются стартовые и стоповые биты, а в синхронном соединении данные передаются непрерывным потоком

При асинхронной передаче данных стартовый бит всегда один, а стоповых битов может быть несколько. Количество стоповых битов зависит от типа используемого протокола. В коммуникационных программах можно изменить формат передаваемого кадра. Стандартный формат кадра, используемый в асинхронном соединении, записывается так: *бит четности-биты данных-стоповые биты*. В настоящее время при асинхронном соединении чаще всего используется следующий формат кадра 8-N-1 (8 бит данных/четность не проверяется/ 1 стоповый бит). Рассмотрим более подробно параметры кадра.

- *Биты данных*. Это параметр указывает количество передаваемых бит данных (за исключением стартовых и стоповых битов). В обычных компьютерах используется 8 бит данных, но есть системы, в которых применяется 7 бит данных. Этот параметр в коммуникационной программе служит для "отсеивания" полезных данных от управляющих символов.
- *Четность*. Это параметр был особенно полезен и важен в то время, когда при передаче не применялись протоколы коррекции ошибок. Механизм четности обеспечивал основные функции контроля передачи. В настоящее время четность при передаче не проверяется, поскольку разработано несколько эффективных протоколов коррекции ошибок.
- *Стоповые биты*. Этот параметр определяет количество стоповых битов, которые передаются после битов данных. В настоящее время чаще всего применяется один стоповый бит.

Практически во всех коммуникационных программах можно изменить параметры кадра. Например, в Windows 9*x* изменение параметров кадра выполняется на уровне операционной системы, что позволяет использовать установленные параметры всеми коммуникационными программами. Для установки описываемых параметров дважды щелкните на пиктограмме Модемы в окне Панель управления. Выделите в появившемся диалоговом окне модем и щелкните на кнопке Свойства. Появится диалоговое окно свойств модема, во вкладке Подключение которого можно установить необходимые параметры (рис. 11.2).

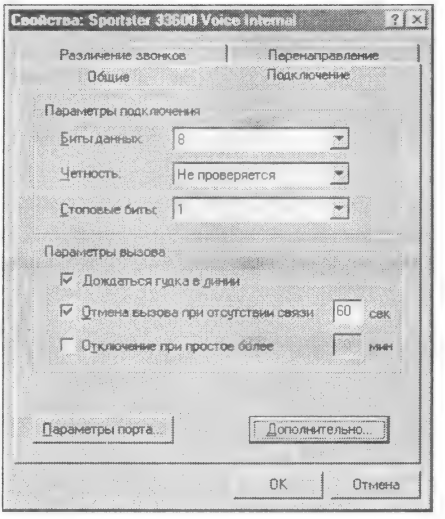


Рис. 11.2. С помощью этого окна в Windows 9x можно установить необходимые параметры кадра

Стандарты модемов

Стандарты протоколов обмена для модемов установили фирма Bell Labs и Международный консультативный комитет CCITT. В 1990 году эта организация была переименована в ITU (International Telecommunications Union — Международный телекоммуникационный союз), однако протоколы, разработанные и принятые еще до переименования, до сих пор считаются протоколами CCITT. Под *протоколом* подразумевается способ организации связи между двумя устройствами. Фирма Bell Labs уже не разрабатывает стандартов для модемов, но некоторые из ее старых стандартов используются до сих пор. Большинство новых модемов соответствует стандартам CCITT. Этот комитет представляет собой международный совет экспертов под эгидой ООН, отвечающий за разработку всемирных стандартов для обмена данными. В него входят представители как крупнейших компаний в области связи (например, AT&T), так и государственных организаций. Комитет ITU разрабатывает самые разнообразные стандарты и протоколы, поэтому часто один и тот же модем, в зависимости от его возможностей и назначения, соответствует сразу нескольким стандартам. Стандарты модемов можно разделить на три группы.

- Стандарты модуляции:
  Bell 103;
  Bell 212A;
  CCITT V.21;
  CCITT V.22bis;
  CCITT V.29;
  CCITT V.32;
  CCITT V.32bis;
  CCITT V.34;
  ITU V.90.

- Стандарты коррекции ошибок:
  CCITT V.42.
- Стандарты сжатия данных:
  V.42bis.

Существуют также стандарты, разработанные другими компаниями (не Bell Labs и ITU). Их обычно называют *фирменными стандартами*, хотя в большинстве случаев публикуются полные описания таких протоколов, и другие фирмы-производители могут выпускать модемы в соответствии с ними. Наиболее популярны следующие фирменные стандарты.

- Стандарты модуляции:
  HST;
  PEP;
  DIS;
  X2;
  K56flex.
- Стандарты коррекции ошибок:
  MNP 1-4;
  Hayes V-series.
- Стандарты сжатия данных:
  MNP 5;
  CSP.

В целях обратной совместимости практически все производители модемов продолжают поддерживать прежние стандарты. Почти все современные модемы называются *Hayes-совместимыми* (этот термин приобрел такое же значение для модемов, как *IBM-совместимый* — для компьютеров PC). Это выражение не означает, что модем соответствует всем коммуникационным протоколам, но оно определяет стандартный набор команд, необходимых для управления конкретным модемом. Почти каждый модем использует систему команд фирмы AT. Это значит, что перед каждой командой необходимо вводит символы AT. Практически все AT-команды модемов универсальны. Полное описание системы AT-команд вы сможете найти в документации на ваш модем.

Боды и биты в секунду

Когда говорят о модемах, то очень часто путают *боды* и *биты в секунду* (бит/с). Скорость передачи, выраженная в бодах, указывает, сколько раз в секунду *изменяется* состояние сигнала, передаваемого из одного устройства в другое. Если, например, частота или фаза сигнала меняется 300 раз в секунду, то говорят, что скорость передачи сигнала равна 300 бодам. Если при этом каждое состояние (изменение) передаваемого сигнала используется для передачи *одного* бита, то 300 бод в *данном* случае эквивалентны 300 бит/с. Если же в каждом состоянии сигнала передается два бита информации, то скорость передачи в битах в секунду будет в 2 раза больше, т.е. 600 бит/с. В большинстве модемов каждому состоянию соответствует *несколько* битов, поэтому фактическая скорость передачи в бодах меньше скорости в битах в секунду.

Стандарты модуляции. Для передачи данных с помощью модемов используется модуляция. Чтобы передающее и принимающее устройства "понимали" друг друга, они должны использовать один и тот же способ модуляции. Как правило, при различных скоростях передачи данных используются различные методы модуляции, однако иногда передача данных с одной и той же скоростью может осуществляться благодаря различным способам модуляции.

Наиболее распространены следующие способы модуляции: частотная, фазовая и амплитудно-фазовая. При *частотной модуляции* (*frequency-shift keying — FSK*) частота сигнала, передаваемого по телефонной линии, изменяется определенным образом и эти изменения декодируются принимающим устройством. При *фазовой модуляции* (*amplitude-shift keying — ASK*) изменяется фаза передаваемого сигнала, в то время как частота остается постоянной. Наконец, при *амплитудно-фазовой модуляции* (*quadrature amplitude modulation — QAM*) одновременно изменяются и фаза, и амплитуда сигнала, что позволяет передавать больше информации при объединении первых двух способов.

В табл. 11.1 описываются стандарты модуляции, используемые в асинхронных модемах, их максимальная скорость передачи данных и режим передачи. В *дуплексном* режиме передачи данные передаются в обоих направлениях с одинаковой скоростью. Телефонная линии является примером дуплексного соединения — вы можете одновременно сами говорить и слышать своего собеседника. В *полудуплексном* режиме данные также передаются в обоих направлениях, однако в разные моменты времени. Примером полудуплексного типа соединения может быть радиостанция, которая переключается пользователем с передачи на прием.

Таблица 11.1. Стандарты модуляции модемов и скорость передачи данных

Протокол	Максимальная скорость передачи данных (бит/с)	Режим
Bell 103	300	Дуплексный
CCITT V.21	300	Дуплексный
Bell 212A	1 200	Дуплексный
ITU V.22	1 200	Полудуплексный
ITU V.22bis	2 400	Дуплексный
ITU V.23	1 200/75	Псевдодуплексный
ITU V.29	9 600	Полудуплексный
ITU V.32	9 600	Дуплексный
ITU V.32bis	14 400	Дуплексный
ITU V.32fast	28 800	Дуплексный
ITU V.34	28 800	Дуплексный
ITU V.90	56 000	Дуплексный

Bell 103. Стандарт со скоростью передачи 300 бит/с принят в США и Канаде. Тип используемой модуляции — частотная, каждому состоянию сигнала соответствует один бит. В большинстве быстродействующих современных компьютеров этот стандарт предусмотрен, хотя он уже устарел.

V.21. Этот международный стандарт передачи данных со скоростью 300 бит/с подобен стандарту Bell 103, однако из-за различий в используемых диапазонах частот модемы V.21 не совместимы с модемами Bell 103. В основном V.21 используется за пределами США.

Bell 212A. Стандарт со скоростью передачи 1 200 бит/с принят в США и Канаде. В нем используется дифференциальная фазовая модуляция (Differential Phase-Shift Keying — DPSK), скорость передачи — 600 бод, каждому состоянию соответствует 2 бит данных.

V.22. Данный международный стандарт передачи данных со скоростью 1200 бит/с подобен Bell 212A, однако не совместим с ним по некоторым характеристикам, в частности — по способу ответа на вызов. Этот стандарт используется, в основном, за пределами США.

V.22bis. Это международный стандарт передачи данных со скоростью 2 400 бит/с. Слово *bis* означает *второй*, т.е. улучшенный вариант стандарта V.22. Применяется V.22bis как в США, так и в других странах. Используется амплитудно-фазовая модуляция, скорость передачи данных — 600 бод, в каждом состоянии сигнала кодируется 4 бит.

V.23. Данным стандартом предусматривается передача данных со скоростью 1 200 бит/с в одном направлении и 75 бит/с — в обратном. Модем, соответствующий этому стандарту, оказывается псевдодуплексным, т.е. он может обмениваться данными в обоих направлениях, но с разными скоростями. V.23 был разработан для того, чтобы снизить стоимость модемов со скоростью передачи 1200 бит/с, которые были довольно дорогими в начале 80-х годов. Используется, в основном, в Европе.

V.29. Этот стандарт определяет полудуплексный (однонаправленный) способ передачи данных со скоростью 9 600 бит/с. Обычно он используется для факсимильных аппаратов (факсов), и очень редко — для модемов. Поскольку указанный стандарт является полудуплексным, соответствующие устройства оказываются намного проще тех, которые работают в высокоскоростных дуплексных режимах. Для модемов стандарт V.29 не является функционально полным, так как он не определяет полного набора требований к стандартам. Именно поэтому устройства разных серий редко оказываются совместимыми. Эти недостатки стандарта не касаются факсимильных аппаратов, параметры которых определены в V.29 полностью.

V.32. Это стандарт дуплексной передачи данных со скоростью 9 600 бит/с. В нем определены методы коррекции ошибок и способы связи. Используется амплитудно-фазовая модуляция с так называемым кодированием TCQAM, при котором каждому состоянию сигнала соответствует 4 бит. При таком кодировании вместе с каждой группой из 4 бит передается дополнительный контрольный бит. Это позволяет выполнять коррекцию ошибок в приемном устройстве, что, в свою очередь, повышает устойчивость модемов, работающих в стандарте V.32, к воздействию шумов в линии передачи. Поскольку даже при однонаправленной передаче данных со скоростью 9 600 бит/с используется практически вся полоса пропускания телефонной линии, в модемах V.32 реализуется сложная процедура прослушивания ответного сигнала, которая заключается в периодическом отключении собственных передаваемых сигналов и приеме ответных сигналов. До последнего времени распространение модемов, работающих в стандарте V.32, сдерживалось их сложностью и высокой стоимостью. Однако появление на рынке дешевых микросхем, разработанных специально для их комплекции, изменило ситуацию, и V.32 постепенно превращается в общепринятый стандарт передачи данных со скоростью 9 600 бит/с.

V.32bis. Стандарт V.32bis — это недавно появившееся расширение V.32 со скоростью передачи 14 400 бит/с. В нем применяется та же модуляция, что и в V.32 (TCQAM), скорость передачи — 2 400 бод, в каждом состоянии кодируется 6 бит. Благодаря такому кодированию связь получается весьма надежной. Протокол V.32bis обеспечивает дуплексную связь. Если качество телефонной линии невысокое, то модемы переключаются в обычный режим V.32.

V.32fast. Стандарт V.32fast, также называемый V.FC (Fast Class), — это новый предложенный CCITT стандарт, который является расширением V.32 и V.32bis. В нем предусмотрена высокая скорость передачи данных — 28 800 бит/с, однако в последнее время он заменяется стандартом V.34.

V.34. Стандарт V.34 по праву считается самым лучшим и надежным среди стандартов передачи данных со скоростью 28 800 бит/с. Недавно вышедшие приложения к стандарту V.34 определяют требования к новейшим модемам V.34, которые могут работать со скоростью 31,2 и 33,6 Кбит/с. Многие существующие модемы V.34, оснащенные сложными цифровыми процессорами, могут быть легко модернизированы при установке программ для работы со скоростью 33,6 Кбит/с. Модернизация заключается в обновлении ПЗУ модема и запуске специального программного обеспечения. Стандартом V.34 обеспечивается наибольшая скорость взаимодействия, которая возможна через аналоговое соединение. Она даже превышает

возможности аналоговых линий. Вероятно, в ближайшем будущем все телефонные сети станут цифровыми, а развитие аналоговых модемов приостановится.

V.90 — стандарт ITU-T, который описывает скорость передачи 56 Кбит/с; реализован фирмами U.S. Robotics (3Com) — X2, и фирмой Rockwell — K56Flex.

Протоколы коррекции ошибок. Под *коррекцией* (исправлением) ошибок понимается способность некоторых модемов обнаруживать ошибки, возникающие при передаче, и *самостоятельно* повторять передачу тех данных, которые были повреждены. Для того чтобы коррекция ошибок стала возможной, оба модема должны работать в одном стандарте. К счастью, большинство изготовителей модемов придерживаются одних и тех же стандартов.

MNP 1–4. Этот стандарт коррекции ошибок был разработан фирмой Microcom. Более подробно он описан ниже в этой главе.

V.42. Протокол коррекции ошибок V.42 построен на основе версии 4 протокола MNP. Поскольку в стандарте V.42 предусмотрена совместимость с MNP, все устройства, работающие в стандарте MNP 4, могут устанавливать соединения, работающие с коррекцией ошибок, с модемами V.42. В этом стандарте используется протокол, называемый *процедурой LAPM*, которая, как и MNP, автоматически обеспечивает повторную передачу данных, искаженных во время передачи, что гарантирует прохождение через модем только достоверной информации. Стандарт V.42 является лучшим по сравнению с MNP 4 протоколом коррекции ошибок, так как обеспечивает за счет интеллектуальных алгоритмов более высокую (на 20%) скорость передачи данных.

Стандарты сжатия данных. Сжатие данных перед передачей позволяет сэкономить время и деньги на оплате услуг междугородной телефонной связи. В зависимости от типов передаваемых файлов их размер можно уменьшить в четыре и меньше раза по сравнению с первоначальным, что фактически учетверяет быстродействие модема. Например, модем со скоростью передачи 14 400 бит/с, используя сжатие, может увеличить объем передаваемых данных до 57 600 бит/с, а модем, работающий со скоростью 28 800, — до 115 200 бит/с.

Как и коррекция ошибок, сжатие данных выполняется коммуникационным программным обеспечением. Обратите внимание, что некоторые типы файлов (например, текстовые файлы или растровые рисунки) хорошо сжимаются, в то время как другие типы файлов (например, GIF или ZIP) уже являются сжатыми. При передаче таких файлов вы не добьетесь существенного увеличения скорости передачи.

MNP 5. Фирма Microcom продолжала разработку семейства протоколов и следующий протокол MNP 5 содержит алгоритм сжатия данных. Более подробно он описан ниже в этой главе.

V.42bis. Стандарт сжатия данных V.42bis, разработанный CCITT, аналогичен MNP 5, но степень сжатия при его использовании примерно на 35% выше. Стандарт V.42bis не совместим с MNP 5, но практически во всех модемах V.42bis предусмотрен режим работы в стандарте MNP 5.

В зависимости от способа сжатия данных скорость передачи может увеличиться в четыре раза. Этот факт часто становится основой для *нечестной* рекламы. Например, утверждают, что пропускная способность модема — 9 600 бит/с, хотя на самом деле это — устройство со скоростью передачи 2 400 бит/с, работающее в стандарте V.42bis, и такая пропускная способность реально достижима *только* в таких редких случаях, как передача текстовых файлов, которые можно очень существенно сжать. Аналогично производители модемов V.42bis 9 600 бит/с рекламируют свои устройства как модемы с пропускной способностью до 38,4 Кбит/с, не говоря при этом ни слова о сжатии данных.

Одним из преимуществ стандарта V.42bis перед MNP 5 является то, что в нем сначала выполняется анализ передаваемых данных, а затем определяется, нужно ли их сжимать. После этого происходит сжатие тех данных, для которых это необходимо. Цель подобного анализа заключается в следующем: некоторые файлы находятся в уже сжатом виде (т.е. заархивированы программами ARC, RKZIP и др.), и попытка сжать еще раз приводит к увеличению

их размеров. По протоколу MNP 5 попытки сжать данные предпринимаются всегда, что уменьшает реальную пропускную способность при передаче ранее сжатых файлов.

Для соединения в стандарте V.42bis необходимо использовать протокол V.42. Именно поэтому в модемах со сжатием данных в стандарте V.42bis предполагается коррекция ошибок в соответствии со стандартом V.42. В результате объединения этих двух протоколов обеспечивается безошибочная передача данных с максимальным сжатием.

Фирменные стандарты. Наряду с протоколами модуляции, коррекции ошибок и компрессии данных, которые являются промышленными стандартами и признанными или введенными ITU-T, некоторые фирмы разрабатывали свои протоколы и использовали их без какого бы то ни было одобрения со стороны ITU или другого ведомства, отвечающего за стандартизацию. Некоторые из этих протоколов получили широкое распространение и стали в каком-то смысле "псевдостандартами".

Наибольшим успехом среди фирменных протоколов пользуются протоколы MNP (Microcom Networking Protocols — сетевой протокол Microcom), разработанные фирмой Microcom. В настоящее время эти протоколы коррекции ошибок и сжатия данных широко используются и поддерживаются другими изготовителями модемов. Общеизвестны также протоколы модуляции HST (High-Speed Technology — высокоскоростная технология) фирмы U.S. Robotics (в настоящее время 3COM). Благодаря активной рекламе своих изделий в 80-е годы упомянутые фирмы сумели завоевать значительную часть рынка.

Рассмотрим эти и другие фирменные стандарты.

HST. Это модифицированный полудуплексный протокол модуляции со скоростями передачи 9 600 и 14 400 бит/с, разработанный фирмой U.S. Robotics. Несмотря на то, что сейчас он довольно широко распространен, вскоре по-видимому "сойдет со сцены" из-за внедрения более дешевых модемов стандарта V.32. В модемах HST передача данных осуществляется со скоростями 9 600 и 14 400 бит/с в одном направлении и 300 и 450 бит/с — в обратном. Протокол HST очень удобен при интерактивных обменах. Поскольку схемы подавления эха при этом не используются, стоимость таких модемов низка.

U.S. Robotics также предлагает модемы со стандартными протоколами и модемы, работающие в стандартах V.32bis и HST. Такие модемы предоставляют пользователю право выбора протокола из лучших стандартных и фирменных протоколов, позволяют соединяться практически с любым "партнером" и передавать данные с максимально возможной в данной ситуации скоростью.

DIS. Это протокол модуляции со скоростью передачи 9600 бит/с, разработанный фирмой CompuCom, в котором применяется так называемая *динамическая стабилизация импеданса* (*DIS — Dynamic Impedance*), улучшающая помехозащищенность системы (по сравнению со стандартом V.32). Модемы, работающие в стандарте DIS, довольно дешевы, однако их, как и HST, производит только одна фирма. Вероятно, по мере снижения стоимости модемов V.32 и V.32bis этот стандарт исчезнет.

MNP. Протокол MNP позволяет обнаруживать и исправлять ошибки по всему пути передачи сигнала, т.е. модемы замечают возникающие при передаче сбои и запрашивают повторную передачу данных, подвергшихся воздействию помех. В стандартах некоторых уровней MNP предусматривается также и сжатие данных.

При разработке MNP были определены стандарты для различных классов устройств, различающиеся возможностями полного протокола MNP. Большинство современных модемов можно отнести к классам 1-5. Верхние классы обычно относятся к модемам, производимым фирмой Microcom, поскольку характерные для них возможности реализуются только в рамках фирменного стандарта.

Основным достоинством протокола MNP является способность исправлять ошибки, однако устройства классов 4 и 5 обладают еще и повышенной производительностью, а в классе 5, кроме того, предусмотрено сжатие данных в реальном времени. Низшие классы стандарта не

представляют большого интереса для пользователей модемов, однако (в качестве общей информации) их описание приводится ниже.

- *MNP класса 1 (режим блоков данных).* Передача данных — асинхронная, побайтовая, полудуплексная. Эффективность этого метода по сравнению с соединением без MNP — около 70%. Предусмотрена коррекция ошибок, однако сейчас этот класс применяется редко.
- *MNP класса 2 (режим потока данных).* Передача данных — асинхронная, побайтовая, дуплексная. В устройствах этого класса обеспечивается только исправление ошибок. Эффективность метода — около 84%, что объясняется значительными потерями времени на выполнение служебных операций. При скорости передачи 2 400 бит/с реально передается 202 символа в секунду (теоретический максимум при используемом способе кодирования составляет 240 символов в секунду). Все эти недостатки обусловливают редкое использование модемов этого класса.
- *MNP класса 3.* Полностью включает в себя класс 2, однако эффективность его выше. Передача данных — асинхронная, побитовая, дуплексная. Улучшение процедуры обмена обеспечивает повышение производительности устройств этого класса до 108% от производительности без применения MNP (при скорости 2 400 бит/с передается 254 символа в секунду).
- *MNP класса 4.* К этому классу относятся устройства с повышенной производительностью, которая достигается за счет использования специальных методов кодирования. За счет этого пропускная способность увеличивается на 5%, хотя реально ее увеличение зависит от типа связи и соединения и может достигать 25–50%.
- *MNP класса 5.* В устройствах этого класса используется адаптивный алгоритм сжатия данных, что позволяет увеличить производительность на 50%, хотя фактически увеличение также зависит от вида связи и типа передаваемых данных. Наибольшая компрессия, а следовательно и лучшая производительность, достигается при передаче *текстовых* файлов, программные же файлы сжимаются хуже. При работе со сжатыми файлами (с помощью программ ARC, PKZIP и др.) производительность MNP 5 снижается, поэтому этот стандарт в системах BBS не используется.

V-Series. Протокол V-Series используется фирмой Hayes в некоторых устройствах. С момента появления дешевых модемов V.32 и V.32bis популярность этого протокола стала падать. V-Series представляет собой модифицированный протокол V.29, который иногда называют "протоколом игры в пинг-понг", так как при работе модема V.29 поочередно организуются два канала передачи данных: один высокоскоростной, а другой — очень "медленный".

CSP. Протокол CSP (CompuCom Speed Protocol — скоростной протокол CompuCom) — это протокол сжатия данных и коррекции ошибок, который используется в модемах DIS фирмы CompuCom.

Стандарты факс-модемов. Факсимильная технология — это отдельная тема для разговора, хотя она и имеет много общего с техникой передачи данных (модемами). Благодаря именно этому сходству устройства передачи данных и факсимильные аппараты часто объединяются в одном факс-модеме. Вам не составит труда купить устройство, которое может работать и как модем, и как факс, поскольку все ведущие производители модемов выпускают подобные совмещенные модели.

CCITT установил международные стандарты на способы передачи факсов, что привело к тому, что факсимильные аппараты были разделены на четыре основные группы. Устройства разных групп используют при этом различную технику и стандарты для передачи и приема данных. Факсимильные аппараты, относящиеся к группам 1 и 2, как правило, обладают низкой скоростью передачи и не соответствуют сегодняшним стандартам. Практически все со-

временные факсимильные аппараты, включая объединенные с модемами, относятся к группе 3. В устройствах, соответствующих стандартам групп 1–3, используется аналоговый способ передачи данных (как, впрочем, и в модемах), а в аппаратах группы 4 — цифровой, и они предназначены для использования в ISDN и других цифровых сетях. Учитывая то, что телефонные сети пока не являются полностью цифровыми, в настоящее время факсимильные аппараты группы 4 являются редкостью.

Факсимильные аппараты группы 3. Протокол группы 3 определяет максимальную скорость передачи 9 600 бод и два уровня разрешения изображений: стандартный (203×98 пикселей) и улучшенный (303×196 пикселей). Аппараты группы 3 делятся на классы 1 и 2. Довольно часто можно услышать о модемах, соответствующих требованиям класса 1 группы 3. Речь при этом идет о протоколах обмена, в соответствии с которыми могут работать эти устройства. Если ваш модем относится к этому типу, то вы сможете установить соединение с большинством существующих факсимильных аппаратов. Расширенные возможности модемов этого типа проявляются в результате использования дополнительного набора команд. При передаче данных в факсимильных аппаратах группы 3 используется стандарт модуляции V.29.

Модемы со скоростью передачи информации 56 Кбит/с

В ответ на все возрастающие требования к скорости передачи информации на рынке появилось новое поколение модемов. Они позволяют передавать данные в одном направлении (от сервера к клиенту) со скоростью 56 Кбит/с. Это вдвое выше, чем скорость обычных модемов (28,8 Кбит/с) и почти вдвое выше самого быстрого из предшествующих стандартов модемов со скоростью 33,6 Кбит/с.

Для того чтобы понять, как достигается такая высокая скорость передачи данных, нужно разобраться в некоторых принципах работы модемов. Обычно модем преобразует переданную компьютером информацию из цифровой формы в аналоговую; в таком виде информация может "путешествовать" по телефонной линии, а достигнув места назначения, она снова преобразуется в цифровую форму.

Из-за преобразования из цифровой формы в аналоговую и обратно скорость передачи существенно снижается. Поэтому, хотя физическая пропускная способность телефонной линии составляет 56 Кбит/с, на практике из-за преобразований данных максимальной является скорость 33,6 Кбит/с. Согласно закону Шеннона, эта скорость является максимально возможной для аналоговых линий передачи.

Закон Шеннона предполагает, что телефонная сеть полностью аналоговая. Но на самом деле, это не совсем верно, поскольку в настоящее время появляются цифровые соединения между АТС. Телефонные станции преобразуют цифровой сигнал в аналоговый только непосредственно перед передачей его абоненту.

Учитывая тот факт, что телефонная система преимущественно цифровая, в некоторых случаях можно опустить первый шаг передачи данных, т.е. не преобразовывать информацию в аналоговую форму перед ее передачей по цифровой телефонной сети.

Тем самым ограничение в 33,6 Кбит/с, налагаемое законом Шеннона, успешно снимается. В результате данные могут передаваться в одном направлении на *полной* скорости, допускаемой пропускной способностью телефонной сети, т.е. 56 Кбит/с. В обратном направлении, т.е. от вашего компьютера к серверу, они по-прежнему передаются со скоростью 33,6 Кбит/с.

Однако, покупая модем на 56 Кбит/с, имейте в виду, что модем будет работать на своей максимальной скорости только при выполнении определенных условий.

- *В сети должно выполняться только одно преобразование данных из цифровой формы в аналоговую.* Это значит, что соединение между вашей АТС и АТС, обслуживающей сервер, должно быть исключительно цифровым.

- *Соединение сервера с сетью должно быть цифровым.*
- *Оба модема должны поддерживать одну и ту же технологию 56 Кбит/с.*

Стандарты передачи информации 56 Кбит/с. В настоящее время на рынке существуют несколько реализаций стандарта 56K: *X2* — фирмы U.S. Robotics (3COM) и *56Kflex* — фирмы Rockwell. Естественно; — этих два стандарта несовместимы между собой.

V.90. 5 февраля 1998 года ITU-T обнародовала новый стандарт высокоскоростных модемов — V.90. Теперь все производители модемов выпускают устройства совместимые с этим стандартом или же предлагают дополнительные обновленные микропрограммы для соответствия этому стандарту (это, в первую очередь, относится к модемам *X2* и *56Kflex*).

Рекомендации по выбору модема

На сегодняшний день стоимость модема, работающего со скоростью передачи 33,6 Кбит/с и обладающего возможностями факсимильного аппарата, составляет $50–$200. Зачастую рекомендуют устанавливать внутренние модемы, однако не во всех компьютерах для них предусмотрено пространство. Лично я предпочитаю внешние модемы, поскольку можно контролировать текущее состояние благодаря установленным на нем индикаторам. Преимуществом внутренних коммуникационных устройств является то, что они основаны на высокоскоростных интегральных схемах UART, установленных на плате модема, что исключает необходимость модернизации "медленных" микросхем, функционирующих в вашем компьютере. Поэтому, если в вашем компьютере не предусмотрена возможность установки внутреннего модема, проверьте, установлена ли в нем подходящая по быстродействию микросхема UART. Большинство устройств имеет несколько способов коррекции ошибок и сжатия данных. Основываясь на описанных здесь сведениях, можно подобрать модем с оптимальным сочетанием быстродействия, надежности исправления ошибок и сжатия данных. Если ваша АТС недавно построена (или модернизировалась), то обратите внимание на модемы 56K. Разница в цене между таким и обычным модемом минимальна.

Integrated Services Digital Network (ISDN)

ISDN (Integrated Services Digital Network — цифровая сеть интеграционных служб) — это еще один шаг вперед в развитии телекоммуникации. Модемы ISDN — это переход от устаревшей технологии передачи аналоговых данных к новейшей технологии передачи цифровых данных. Используя цифровую технологию, можно с помощью пары проводов одновременно передавать голос, текстовую информацию, изображения и факсимильные сообщения, достигая при этом скорости передачи данных 128 Кбит/с. Для установки соединения между модемами ISDN необходима связь с поставщиком ISDN, которая становится сейчас все более доступной. Стоимость использования службой ISDN колеблется и зависит, в основном, от ее месторасположения.

Модемы, предназначенные для работы в сети ISDN, намного сложнее стандартных аналоговых модемов. Эта сложность заключается в том, что модемы ISDN имеют три отдельных канала передачи. Первых два канала, называемые *B-каналами*, предназначены для передачи данных и работают со скоростью 64 Кбит/с каждый. Третий канал, называемый *D-каналом*, используется для передачи информации маршрутизации и работает со скоростью 16 Кбит/с. Благодаря этой технологии все больше пользователей может участвовать в видеоконференциях.

С технической точки зрения, устройства ISDN — это не совсем модемы. Модемы так модулируют (кодируют) сигналы, находящиеся в цифровой форме, что те могут передаваться по аналоговым сетям к точке назначения, где снова декодируются в цифровую форму. Сигналы ISDN свободно передаются по цифровым телефонным сетям, поэтому для них не нужны процессы модуляции и демодуляции. Большинство типов устройств ISDN, предназначенных для

компьютеров, называется *терминальными адаптерами*; могут использоваться как последовательно подключенные устройства или сетевые интерфейсы. При применении такого интерфейса, как сетевой, исключается снижение производительности вашей системы, связанное с ограничением параметров последовательного порта. Использование этого типа терминальных адаптеров ISDN целесообразно с точки зрения производительности, даже если у вас только один компьютер и вы не используете всех возможностей сети.

Для подсоединения к сети ISDN необходимы дополнительные телефонные линии и услуги телефонных компаний. Поэтому прежде всего вам понадобится узнать, доступны ли в месте вашего проживания услуги ISDN. В большинстве случаев это является самым сложным этапом подключения к ISDN. Более того, иногда бывает трудно найти в организации, предоставляющей вам телефонные линии, человека, который бы знал, что такое ISDN. Как уже указывалось выше, цены на подобный вид услуг зависят в основном от вашего месторасположения и от телефонной компании, с которой вы сотрудничаете. Если же вам крайне необходима связь с ISDN, проведите отдельные телефонные линии и используйте их самостоятельно.

Высокоскоростные подключения

Подключение T-1. Этот вид подключения используется для сетей, которые поддерживают большое количество пользователей Internet, в частности его могут "взять на вооружение" фирмы — провайдеры Internet. T-1 — это цифровое соединение, обеспечивающее скорость передачи 1,55 Мбит/с, что в десять раз выше скорости передачи данных при подключении ISDN. Этот канал передачи может быть разделен на много маленьких каналов. Так, вы можете использовать, например, 24 индивидуальные линии, каждая из которых обеспечивает скорость передачи 64 Кбит/с. Стоимость подключения T-1 в США составляет несколько тысяч долларов в месяц (без стоимости установки). Однако для больших организаций, которые тесно связаны с Internet, гораздо выгоднее установить этот вид соединения, а не пытаться модернизировать другие.

Подключение T-3. Эквивалентом приблизительно 30 линий T-1 является соединение T-3, которое обеспечивает скорость 45 Мбит/с и используется, как правило, для *очень* больших сетей. Стоимость пользования этим видом подключения относится к категории "если ты хочешь это знать, то не бойся спросить".

Прямое кабельное соединение

Для передачи данных с одного компьютера на другой, находящихся в одной комнате, можно воспользоваться несколькими способами. Если эти два компьютера соединены в сеть, то операция копирования займет несколько секунд. Если же компьютеры не соединены в сеть, то вы можете скопировать данные на дискету (или несколько дискет) и перенести на другой компьютер. И, наконец, можно связать последовательные или параллельные порты этих компьютеров с помощью специального *нуль-модемного* кабеля.

Нуль-модемные кабели

Нуль-модемный кабель это специальный тип кабеля, в котором контакт передачи одного порта соединяется с контактом приема другого порта, т.е. "перекручивается". Такой кабель можно приобрести в компьютерных магазинах; иногда он поставляется вместе с коммуникационными программами.

Вы можете самостоятельно сделать такой кабель, руководствуясь приведенными ниже таблицами. В табл. 11.2 приведена схема расположения контактов последовательного кабеля с 9- или 25-контактным разъемом, а в табл. 11.3 — схема расположения контактов параллельного кабеля. Параллельный нуль-модемный кабель более сложно изготовить, однако параллельный порт обеспечивает большую скорость передачи по сравнению с последовательным портом.

Таблица 11.2. Расположение выводов нуль-модемного последовательного кабеля

ПК 1	Выводы 9-контактного разъема	Выводы 25-контактного разъема		Выводы 25-контактного разъема	Выводы 9-контактного разъема	ПК 2
TD	3	2	⟷	3	2	RD
RD	2	3	⟷	2	3	TD
SG	5	7	⟷	7	5	SG

Таблица 11.3. Расположение выводов нуль-модемного параллельного кабеля

ПК 1		ПК 2
2	⟷	15
15	⟷	2
3	⟷	13
13	⟷	3
4	⟷	12
12	⟷	4
5	⟷	10
10	⟷	5
6	⟷	11
11	⟷	6
25	⟷	25

Программное обеспечение для кабельного соединения

После соединения с помощью кабеля двух компьютеров необходимо установить и настроить соответствующее программное обеспечение. Например, вы можете воспользоваться программами, поставляемыми с операционными системами DOS 6.*x*, Windows 9*x* или Windows NT.

В DOS программное обеспечение состоит из двух файлов: `Interlnk.exe` и `Intersvr.exe`. В Windows 9*x* и Windows NT эта программа называется Прямое кабельное соединение (Direct Cable Connection). Программное обеспечения кабельного соединения во всех операционных системах работает одинаково: один компьютер называется *ведомым* (*host*), а другой *ведущим* (*guest*). С ведущего компьютера вы можете скопировать файлы на ведомый компьютер.

Для запуска программы кабельного соединения из DOS необходимо скопировать файл `Intersvr.exe` на ведущий компьютер и запустить ее, а на ведомом компьютере запустить программу `Interlnk.exe`. Для запуска программы кабельного соединения в Windows 98 необходимо щелкнуть на кнопке Пуск и выбрать команду Программы⇨Стандартные⇨Связь⇨Прямое кабельное соединение. Появится диалоговое окно Прямое соединение (рис. 11.3), в котором можно установить параметры соединения.

После установки соединения вы можете с помощью команды `COPY` (в DOS) или программы Проводник (в Windows 9*x*) копировать файлы с одного компьютера на другой.

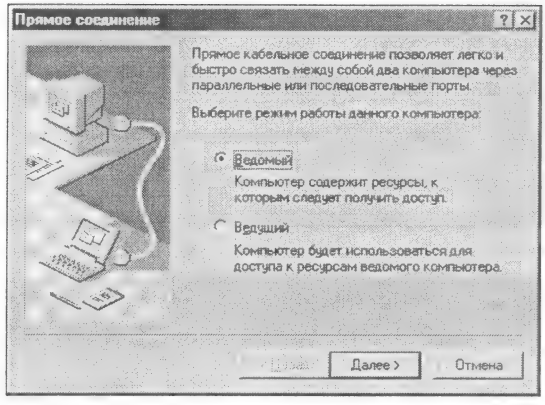


Рис. 11.3. Окно настройки кабельного соединения в Windows 98

Локальные сети

Локальная сеть (LAN — Local Area Network) позволяет совместно использовать файлы, приложения, программное обеспечение типа клиент/сервер, пересылать электронную почту, разделять (выделять для совместного использования) принтеры, дисковое пространство, модемы, факсы, накопители CD-ROM, т.е. объединять разрозненные компьютеры в работоспособный "коллектив".

Существует очень много способов построения локальных сетей. Самым простым является соединение двух компьютеров через их параллельные или последовательные порты. Однако под термином *сеть* мы подразумеваем нечто иное, чем кабельное соединение.

Основы сетей

В большинстве случаев компьютеры соединяются в сеть с помощью *сетевого адаптера*, который имеет вид отдельной платы, помещаемой в разъем системной платы. Иногда сетевой адаптер интегрирован в системную плату. Все сетевые адаптеры компьютеров соединены кабелем.

> **Замечание**
>
> Существуют и другие типы сетей, в которых не используются сетевые адаптеры и кабели (например, сети на основе инфракрасных, лазерных, микроволновых и других технологий).

Клиент/сервер или одноранговая сеть. Существует два основных типа локальных сетей, основанных на схеме соединения компьютеров, — клиент/сервер и одноранговая (peer-to-peer — равный-с-равным) сеть.

В сети *клиент/сервер* каждый компьютер играет определенную роль: он может выступать в роли клиента или сервера. Сервер предназначен для предоставления своих ресурсов всем клиентским компьютерам в сети. Чаще всего сервер расположен в отдельной охраняемой комнате, поскольку именно на сервере хранятся важные данные организации. Остальные компьютеры сети выступают в роли клиентов (рис. 11.4).

В компьютере сервера установлено больше оперативной памяти, более емкий жесткий диск, более быстрый процессор, чем на клиентском компьютере. Такое требование к ресурсам обусловлено тем, что сервер должен одновременно обрабатывать запросы от нескольких клиентов. На сервере устанавливается специальная сетевая операционная система, например NetWare или Windows NT Server.

Клиентский компьютер соединяется с сервером, а не с другими компьютерами локальной сети. Клиентский компьютер это обычный ПК с установленной операционной системой DOS или Windows.

В одноранговой сети каждый компьютер может соединиться с любым другим компьютером, к которому он подключен (рис. 11.5). Фактически, каждый компьютер может работать и как клиент, и как сервер. К такой сети может подключаться от двух до нескольких сотен компьютеров.

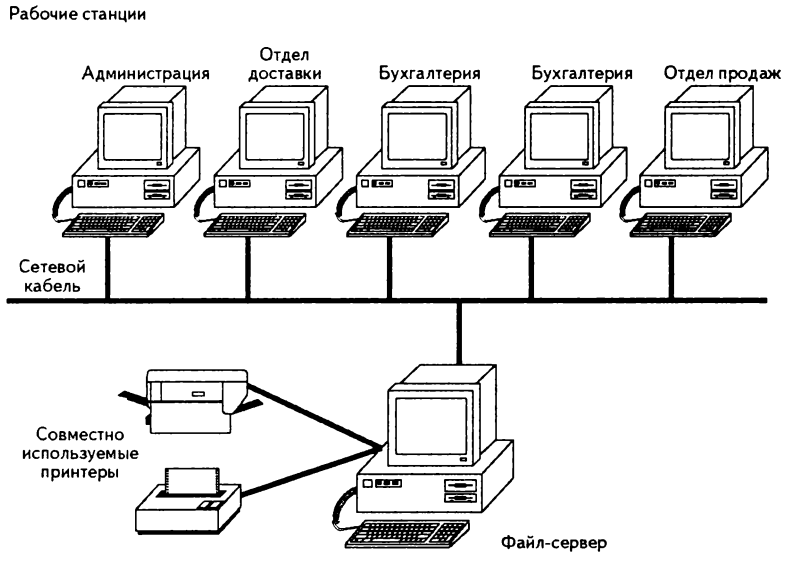


Рис. 11.4. Компоненты сети клиент/сервер

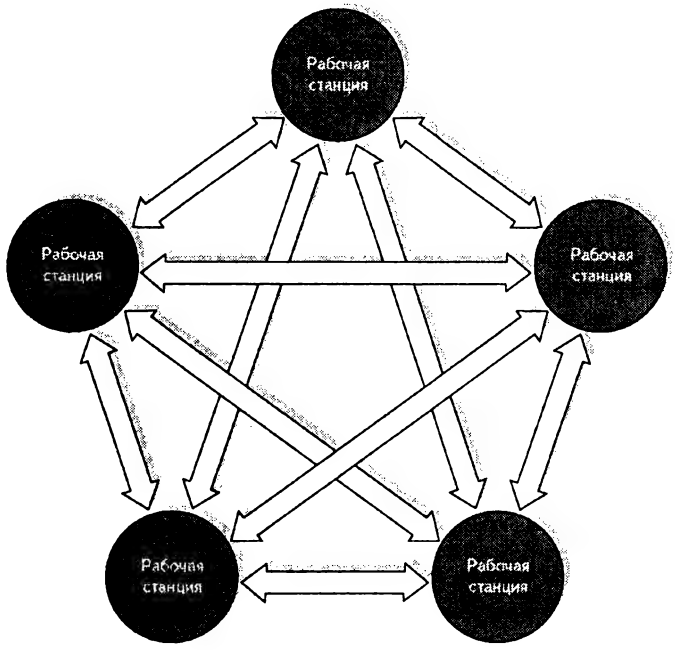


Рис. 11.5. Логическая архитектура типичной одноранговой сети

Одноранговая сеть устанавливается, как правило, в небольших офисах или отделах больших организаций. Преимуществом сети этого типа является то, что нет необходимости назначать какой-нибудь из компьютеров файл-сервером. Большинство одноранговых сетей позволяет разделять любое устройство, подключенное к любому компьютеру сети. Недостатком является низкая безопасность передаваемой информации и слабый контроль за сетью.

В Windows 9*x* и Windows NT встроена поддержка одноранговой сети — вам необходимо лишь подключить кабель к сетевому адаптеру, установить несколько параметров и разрешить совместное использование ресурсов.

В операционных системах Windows 9*x* и Windows NT можно создать локальную сеть с помощью модема. Для этого необходимо установить и настроить параметры контроллера удаленного доступа. В такой сети модем будет выступать в роли сетевого адаптера.

Пакетная передача. Сетевые адаптеры передают и получают сообщения, которыми обмениваются компьютеры сети, а распространяются эти сообщения по кабелям. Однако подключение сетевых адаптеров к компьютерам и соединение их между собой — это еще не сеть. Набор этих устройств становится сетью лишь в том случае, когда оговорены протоколы обмена сообщениями различных уровней.

На нижнем уровне компьютеры связываются один с другим и с сервером посредством *пакетов* (*кадров*). Кадр — это "порция" информации, передаваемая по локальной сети (именно обмен информацией и является основной целью создания сети). Сетевой адаптер и его управляющая программа ориентированы именно на передачу и прием таких кадров.

Модель OSI. Международной организацией по стандартизации разработан стандарт *OSI* (*Open System Interconnection — взаимодействие открытых информационных систем*). Большинство производителей систем для локальных сетей придерживается этого стандарта, однако пока он никем не реализован полностью. В коммуникационной модели OSI предусмотрено *семь* уровней (рис. 11.6). В большинстве современных операционных систем используется три или четыре уровня протокола.

Рис. 11.6. Модель OSI

Модель OSI определяет, как должен происходить обмен сообщениями между двумя компьютерами. Каждый из уровней должен выполнять задачи, предназначенные только для него, и связываться с остальными с помощью определенного интерфейса. Ниже приведено краткое описание уровней модели.

- *Физический*. На этом уровне модели определены физические и электрические параметры коммуникационных устройств сети (витых пар, волоконно-оптических и коаксиальных кабелей, разъемов, буферных усилителей и т.д.). Это чисто аппаратный уровень. Несмотря на то что все остальные уровни могут быть выполнены как аппаратно (с помощью специализированных микросхем), так и программно, все они считаются программными по отношению к первому уровню.
- *Канальный*. На этом уровне определяются электрические сигналы (импульсы), которые передаются в сеть и поступают из нее. Здесь и только здесь формируются структура и методы электрического представления в сети передаваемой информации (последовательности битов, способы кодирования, маркеры). На этом же этапе решаются проблемы, связанные с обнаружением и исправлением ошибок (посредством запроса повторной передачи поврежденных кадров). Поскольку этот уровень довольно сложен, его часто разбивают на две ступени: управление доступом к носителю информации (непосредственная организации доступа к сети, т.е. передача маркера, контроль за коллизиями и др.) и управление передаваемыми данными.

- *Сетевой.* На этом уровне определяется маршрут следования пакетов данных, т.е. именно этот уровень отвечает за *доставку* информации по необходимому адресу. Если на уровне линий передач решается задача передачи данных между двумя ближайшими компьютерами, в этом случае процедуры сетевого уровня ответственны за передачу данных от отправителя к получателю. Примерами протоколов сетевого уровня являются IPX и IP.
- *Транспортный.* Если в сети пересылается несколько пакетов данных (например, когда большой файл разбивается на части, которые передаются последовательно), процедуры этого уровня управляют очередностью их передачи и вообще потоком данных в сети. Одной из операций, реализуемых на этом уровне, является обнаружение и уничтожение "двойников" — дублирующих друг друга пакетов. Протоколами транспортного уровня являются SPX и TCP.
- *Уровень сеансов.* Этот уровень управляет соединениями между компьютерами в сети. Он отвечает за создание, поддержку и прекращение сеанса связи в сети.
- *Уровень представлений данных.* Этот уровень отвечает за формат данных, включая сжатие данных для сокращения пересылаемых битов, и транслирует данные, полученные от прикладного уровня, в формат, используемый при передаче данных в сети. На компьютере-получателе этот уровень ретранслирует данные в формат представления, используемый прикладным уровнем.
- *Прикладной.* Этот уровень является верхним среди определенных в модели OSI и отвечает за выполнение пользовательских приложений и функций управления сетью. На этом уровне прикладные программы получают доступ к сетевому программному обеспечению, отвечающему за передачу файлов.

Одной из причин, по которой некоторые операционные системы считаются чисто "фирменными" (в отличие от систем с *открытой архитектурой*), является несоблюдение ими всех требований модели ISO. Например, были стандартизованы протоколы сети Ethernet, что позволило ее компонентам стать взаимозаменяемыми, однако даже эти стандарты не соответствуют требованиям модели ISO.

Построение сетевых протоколов

Многоуровневое построение сетевых протоколов обмена позволяет наиболее эффективно организовать взаимодействие компьютеров в сети На нижнем уровне, например, определено, как заставить адаптер передать сообщение, но в нем нет таких понятий, как *файл-сервер* и *перенаправление файлов*. Верхний уровень, напротив, оперирует этими данными, но совершенно не интересуется устройством и даже названиями сетей. Только совместная работа этих уровней позволяет обеспечить правильное функционирование локальной сети. Кадр при этом оказывается разбитым на несколько уровней (рис. 11.7).

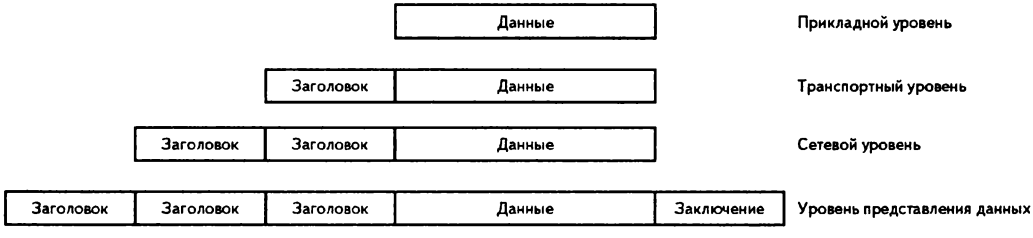


Рис. 11.7. Многоуровневая структура кадра

Когда на верхнем уровне принимается решение о передаче сообщения или файла, сообщение (или файл) передается на средний уровень (инструментом реализации этого уровня протокола может быть, например, сетевая BIOS) с указанием передать это сообщение другому компьютеру в сети (возможно, и серверу). На среднем уровне это сообщение организуется в "конверт" (т.е. в него добавляются заголовок и заключение). На нижнем уровне этот "конверт" вкладывается в еще один "конверт" и в таком виде сообщение передается в сеть. На приемном конце сетевая программа "распечатывает внешний конверт" и передает результат среднему уровню, на котором отбрасывается очередной "конверт", и сообщение (теперь это точная копия переданного) поступает на верхний уровень протокола компьютера-получателя (рис. 11.8).

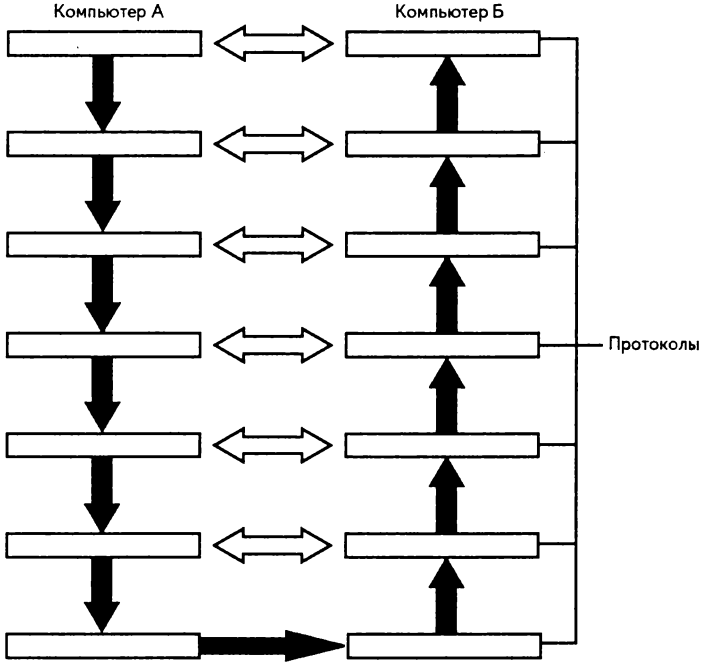


Рис. 11.8. Передача данных между двумя компьютерами

Компоненты локальной сети

В этом разделе рассмотрим компоненты локальной сети, которые необходимо приобрести для создания одноранговой сети или сети типа клиент/сервер. Компьютеры, входящие в локальную сеть, можно разделить на два вида: рабочие станции, на которых работают пользователи, и файл-серверы, которые обычно располагаются в отдельной комнате или отсеке. Рабочая станция обслуживает только сидящего перед ней оператора, в то время как ресурсы файл-серверов доступны всем пользователям сети.

Рабочие станции. Конфигурацию рабочей станции необходимо выбирать исходя из установленной операционной системы. Для нормальной работы рабочей станции с операционной системой DOS и Windows 3.1*x* необходимо минимум 8 Мбайт оперативной памяти; для рабочих станций с операционной системой Windows 9*x* необходимо установить 16–32 Мбайт оперативной памяти, а для операционной системы Windows NT — минимум 32 Мбайт оперативной памяти. Практически все производители устанавливают ту или иную операционную систему на свои компьютеры, и гарантируют, что ресурсов компьютера будет достаточно для ее нормальной работы.

Файл-серверы. Все рабочие станции одноранговых сетей могут функционировать как файл-серверы, благодаря чему любое подключенное к станции устройство может применяться любым пользователем сети.

Файл-сервер в сетях клиент/сервер — это компьютер, который обслуживает все рабочие станции, предоставляя свое дисковое пространство для рабочих станций. Обычно серверами являются компьютеры, построенные на старших моделях процессоров Pentium Pro, Pentium II или Pentium III, имеющие не меньше 64 Мбайт памяти. В большинстве серверов, как правило, устанавливаются недорогие мониторы и клавиатуры, что связано с малоинтенсивным использование консоли сервера. За серверами обычно не ведется постоянное наблюдение и постоянно они не обслуживаются, что же касается дискового пространства, то почти на всех серверах установлен один или несколько быстродействующих жестких дисков большой емкости.

Качество файл-серверов должно быть очень высоким, так как, обслуживая всю сеть, они выполняют намного больше работы, чем обычная рабочая станция.

Процессор файл-сервера. Процессор файл-сервера указывает жесткому диску, какие данные сохранить, а какие извлечь. Даже если в вашей локальной сети работают всего несколько пользователей и расширения ее не предвидится, то целесообразнее вложить средства в файл-сервер с быстрым процессором Pentium Pro, Pentium II или Pentium III с достаточным объемом памяти.

В функции процессора входит выполнение команд, которые он получает от запускаемого пользователем программного обеспечения. Понятно, что от скорости работы процессора зависит скорость выполнения того или иного приложения, т.е. программа и сетевая операционная система будут работать быстрее на компьютере с более быстрым процессором.

Память файл-сервера. Сетевая операционная система, так же, как и любое другое приложение, загружается в память компьютера, и объем памяти, естественно, должен быть достаточным для этого. В одноранговой сети необходимое количество памяти определяется требованиями используемых на станции приложений, но для эффективной работы в локальной сети с выделенным сервером объем его памяти должен быть равным 64 Мбайт или больше. Для работы Windows 9*x* в одноранговой среде необходимо как минимум 32 Мбайт памяти, для работы Windows NT — еще больше.

Жесткий диск файл-сервера. Жесткий диск — один из самых важных компонентов файл-сервера, используемый для хранения файлов различных пользователей локальной сети. В основном, от надежности, скорости доступа и вместимости жесткого диска зависит, смогут ли люди, работающие в сети, эффективно использовать ее ресурсы. Наибольшим ограничением на производительность в средних локальных сетях является время доступа к жесткому диску сервера, а самый распространенный повод для недовольства пользователей этих же сетей — нехватка свободного пространства на этом же диске.

Вам наверняка придется выбирать между улучшенным IDE (EIDE) и SCSI-адаптерами для жесткого диска главного компьютера, в зависимости от количества и типов устройств, которые вы собираетесь подключить к серверу. Улучшенный контроллер IDE поддерживает подключение четырех устройств, в то время как к некоторым новым двуканальным контроллерам SCSI можно подключать до четырнадцати устройств. Это могут быть жесткие диски, устройства мультимедиа, накопители CD-ROM или устройства считывания с ленты. Существуют и другие факторы, влияющие на выбор контроллера. Если говорить в общем, то EIDE работает с большей производительностью при установке одного устройства. Это объясняется тем, что EIDE осуществляется прямым соединением через шину, в то время как SCSI добавляет новые каналы, предназначенные для подключения устройств к компьютеру. Именно благодаря этому SCSI незаменим при установке *нескольких* одинаковых устройств, например дисков в файл-сервер. Еще одним преимуществом контроллера SCSI является возможность одновременного доступа к нескольким подключенным устройствам, так как IDE может обеспечить лишь последовательный доступ. Однако устройства и контроллеры SCSI дороже, чем IDE, поэтому определяющими моментами при выборе необходимого для сервера адаптера

будут количество пользователей сети и текущие цены на аппаратное обеспечение. Если высокая производительность и надежность являются основными критериями при создании сети, то можно использовать несколько жестких дисков, объединенных в систему RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks — дополнительный массив недорогих дисков). Дисковый массив RAID — чаще всего это SCSI-диски.

Блок питания сервера. Важность блока питания файл-сервера очень часто недооценивают. При неисправности блока питания нарушается работа всех узлов файл-сервера. При покупке сервера не забудьте приобрести источник бесперебойного питания и подключить к нему сервер.

Клавиатура, монитор и мышь. Клавиатура, монитор и мышь не относятся к самым важным частям файл-сервера хотя бы потому, что они используются не так часто, как их "собратья", установленные на рабочих станциях. Можно обойтись дешевыми клавиатурой, монитором и мышью, не отличающимися высоким качеством, ведь обычно сервер может в течение очень долгого времени работать без вмешательства пользователя. На время, когда ваш сервер работает "сам по себе", монитор можно просто выключить.

Плата сетевого адаптера. Сетевые адаптеры устанавливаются в разъемы каждой рабочей станции и сервера. (Некоторые современные компьютеры выпускаются с сетевым аппаратным обеспечением, встроенным в материнскую плату, хотя большинство сетевых администраторов предпочитают выбирать сетевой адаптер сами.) Через сетевой адаптер рабочая станция посылает запрос файл-серверу и через него же получает запрошенный файл. Передача запросов и получение ответов в локальной сети эквивалентны считыванию и записи файлов на встроенный жесткий диск компьютера. Если же вы — рядовой пользователь, то считывание и запись файлов для вас — это лишь загрузка и сохранение результатов вашей работы. Практически все платы сетевых адаптеров выглядят примерно так же, как на рис. 11.9.

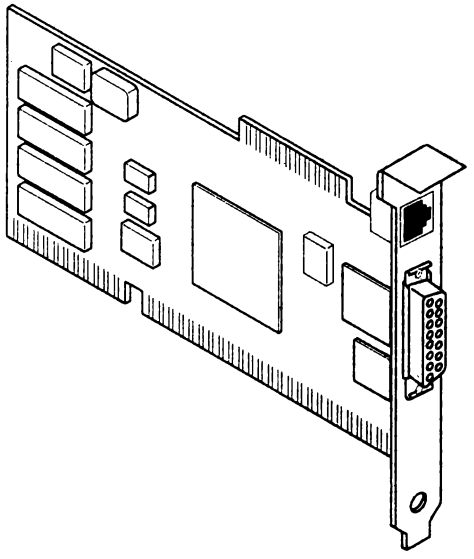


Рис. 11.9. Сетевой адаптер

Все сетевые адаптеры используют определенный протокол: Ethernet, Token Ring, ARCnet или какой-нибудь другой протокол низкого уровня. Для каждого из этих протоколов можно найти адаптеры, которые работают лучше, чем другие. Сетевой адаптер может быстро обрабатывать сообщения благодаря либо большому объему встроенной памяти, либо наличию собственного микропроцессора, либо использованию 16- или 32-разрядного (вместо 8-разрядного) разъема в компьютере (при этом скорость обмена данными между процессором и

адаптером значительно возрастает). В настоящее время наиболее распространена 32-разрядная шина PCI, которая очень часто устанавливается в компьютерах класса Pentium. Естественно, в файл-сервере лучше устанавливать быстродействующий и многофункциональный сетевой адаптер, однако при этом желательно убедиться, что он совместим с сетевыми адаптерами, установленными на рабочих станциях сети.

Скорость передачи данных в локальной сети

Скорость передачи данных в сети обычно измеряется в мегабитах в секунду (Мбит/с). Для перехода к байтам или символам необходимо разделить эту величину на 8 (количество битов в байте). Реальная скорость передачи данных в локальной сети меньше теоретической и зависит, в основном, от скорости самого "медленного" элемента.

Разъемы сетевых адаптеров. В адаптерах Ethernet могут устанавливаться одиночный разъем BNC (для ThinNet), 15-контактный разъем типа D, называемый DB15 (для ThickNet), разъем, похожий на телефонное гнездо и называемый RJ45 (для 10BaseT), или все сразу. Адаптеры Token Ring оборудованы 9-контактным разъемом DB9 и иногда телефонным гнездом RJ45. На рис. 11.10 изображен высокопроизводительный сетевой адаптер Token Ring с разъемами двух типов.

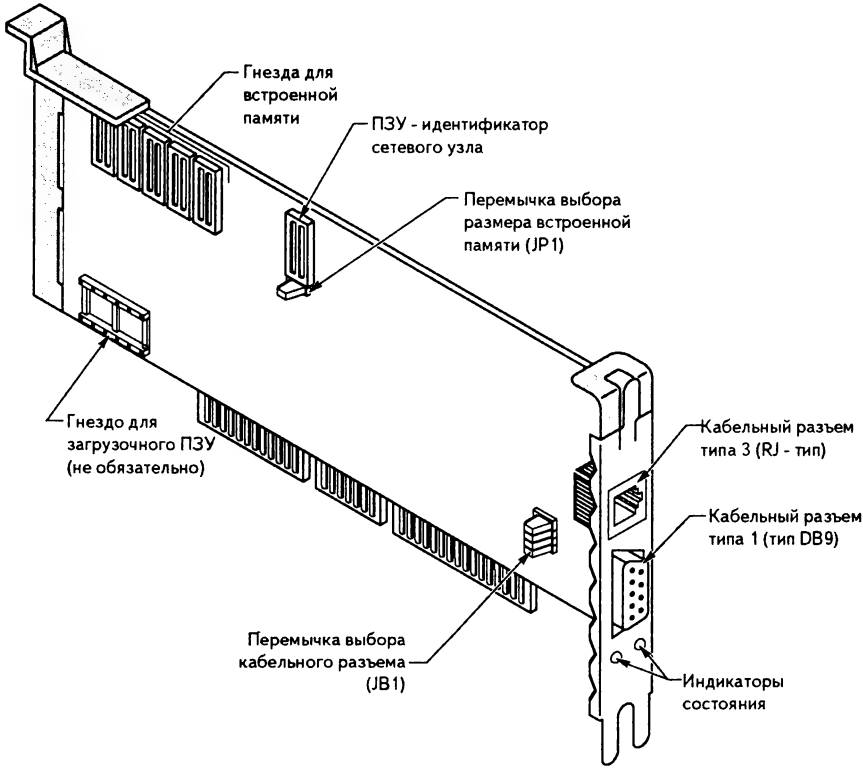


Рис. 11.10. Сетевой адаптер Token Ring

Чем больше разъемов разных типов установлено на плате адаптера, тем больше выбор кабелей, которыми вы можете воспользоваться для создания сети. Например, для соединения плат Token Ring (с двумя разъемами) можно использовать как экранированные (STP), так и неэкранированные витые пары (UTP). Как правило, вы не можете использовать оба разъема одновременно, исключая случай, когда установлен специально предназначенный для этого адаптер.

Функции адаптеров. Плата сетевого адаптера воспринимает весь информационный поток, передаваемый по сетевым кабелям, но выбирает лишь те сообщения, которые предназначены для конкретной рабочей станции. Оставшаяся невостребованной информация передается на следующий компьютер.

При отправке данных сетевой адаптер ожидает некоторое время (определяемое уровнем используемого протокола), а затем помещает данные в поток. В процессе передачи или получении кадра выполняются семь основных операций. При передаче данных эти операции выполняются в приведенном ниже порядке, а при приеме он изменяется на противоположный.

1. *Передача данных*. Данные передаются из памяти компьютера в адаптер или из адаптера в память через прямой доступ к памяти, совместно используемую область памяти или программируемый ввод-вывод.
2. *Буферизация*. Пока данные обрабатываются сетевым адаптером, они хранятся в его буфере. Это позволяет плате получить доступ сразу ко всему кадру и компенсировать разницу между скоростью передачи данных в сети и скоростью их обработки в компьютере.
3. *Формирование кадра*. Сетевой адаптер разбивает поступившие данные на отдельные порции (а при передаче, соответственно, собирает их вместе). В сетях Ethernet размер таких порций составляет 1 500 байт, а в сетях Token Ring кадр обычно имеет длину 4 Кбайт. Пакету данных должен предшествовать заголовок, а завершает его обычно заключение. Заголовок и заключение образуют на физическом уровне протокола "конверт". Именно после их добавления сигнал готов к передаче. (При приеме сетевой адаптер "распечатывает конверт", удаляя заголовок и заключение.)
4. *Доступ к кабелю*. В сетях Ethernet сетевой адаптер перед началом передачи (или повторной передачи) проверяет доступность линии. В сети Token Ring адаптер не отсылает сообщение до тех пор, пока не получит маркер. (При приеме, конечно, эти действия не выполняются.)
5. *Параллельно-последовательные преобразования*. При обмене байты данных поступают из буфера в сеть и из сети в буфер последовательно, т.е. один бит данных следует за другим. Адаптер осуществляет преобразование параллельных данных в последовательные или последовательных в параллельные за несколько долей секунды перед передачей (или после приема).
6. *Кодирование/декодирование*. Для передачи данных по сетям формируются специальные электрические сигналы, которые соответствуют передаваемой информации и по которым эта информация восстанавливается на принимающем устройстве.
7. *Передача/прием импульсов*. Электрически закодированные импульсы, содержащие данные, т.е. образующие кадр данных, усиливаются и передаются в линию связи. (После приема импульсы передаются на устройство декодирования.)

Безусловно, выполнение всех этих операций занимает лишь доли секунды, и пока вы читали описание всех этих этапов, по локальной сети могли бы пройти тысячи кадров.

Сетевые адаптеры и управляющая программа обнаруживают и по возможности исправляют ошибки, возникшие в результате помех, коллизий (в сетях Ethernet) и неисправности оборудования. Ошибки обычно обнаруживаются с помощью включаемой в кадр данных контрольной суммы (CRC). Контроль CRC осуществляется у адресата, и если вычисленное зна-

чение контрольной суммы не совпадает с переданным, адресат сообщает отправителю об ошибке и запрашивает повторную передачу поврежденного кадра. Для диагностики компьютерных сетей и анализа их функционирования существуют специальные программные продукты, с помощью которых можно решить проблемы, связанные с сетями.

Кабели для локальных сетей. Для прокладки линий связи локальных сетей обычно используется один из трех основных типов кабелей. Это могут быть экранированные и неэкранированные витые пары, обозначаемые STP, UTP, 10BaseT и 100BaseT, коаксиальные толстые и тонкие кабели, обозначаемые 10Base2 и 10Base5, и волоконно-оптические кабели.

На выбор кабеля для прокладки определенной сети связи влияют в основном ее назначение, характеристики и, конечно же, стоимость.

Витые пары. Название этих кабелей говорит само за себя. Это — два одинаковых изолированных провода, проложенных рядом и скрученных между собой, причем количество витков на единицу длины является *строго* определенным. Благодаря скручиванию проводов уменьшается проникновение внешних электрических помех в линию при передаче. *Экранированная витая пара* (*Shielded Twisted Pair — STP*) отличается от *неэкранированной витой пары* (*Unshielded Twisted Pair — UTP*) тем, что скрученные провода помещаются дополнительно в общую экранирующую оплетку, поэтому помехоустойчивость такой линии еще выше. Вам, возможно, знакомы неэкранированные витые пары (а точнее — их упрощенный вариант: двухпроводные линии без витков), которые часто используются для прокладки телефонных линий. Экранированные витые пары выглядят несколько иначе: они больше похожи на провода обычной электрической проводки. Но, в отличие от последних, по ним передаются сигналы с гораздо более низким уровнем напряжения, и основной проблемой является защита линии от внешних помех, а не защита вас от поражения током.

На рис. 11.11 и 11.12 представлены соответственно неэкранированная и экранированная витые пары.

Коаксиальные кабели. С коаксиальными кабелями вы довольно часто встречаетесь в повседневной жизни: их, например, подключают ко входам и выходам телевизоров или звуковоспроизводящей аппаратуры. Термины *толстый* и *тонкий* определяют диаметр используемого кабеля. Толщина стандартного кабеля Thick Ethernet (толстого) — примерно с большой палец, в то время как диаметр тонкого кабеля Thin Ethernet (еще называемого ThinNet) не больше мизинца. Толстый кабель более помехоустойчив и надежен, однако для его подключения к рабочей станции необходимо иметь тройник (рис. 11.13) (соединитель с зубьями, которые прокалывают плотную внешнюю изоляцию) и кабель ответвления для соединения со станцией. В настоящее время для прокладки линий офисных сетей коаксиальный кабель постепенно вытесняется витой парой.

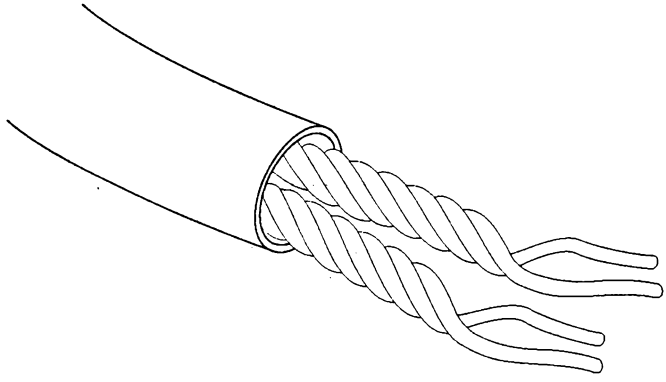


Рис. 11.11. Неэкранированная витая пара

Тонкий кабель, как правило, подключается к задней панели компьютера, входящего в сеть, и обычно установить его намного проще, чем толстый. Тем не менее сигналы, передаваемые по тонкому кабелю, больше подвержены воздействию помех, а сам он может стать причиной возникновения проблем, связанных с подключением. Внутренняя структура коаксиального кабеля изображена на рис. 11.14.

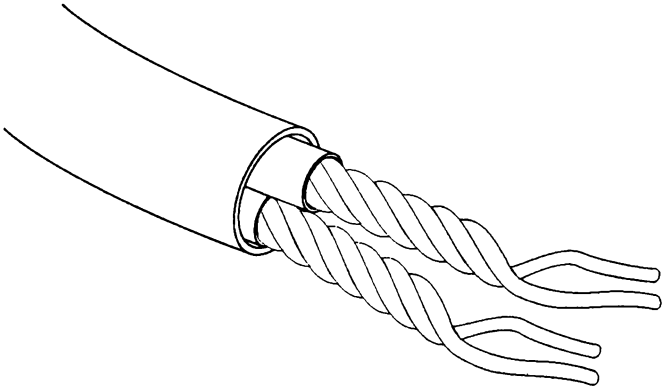


Рис. 11.12. Экранированная витая пара

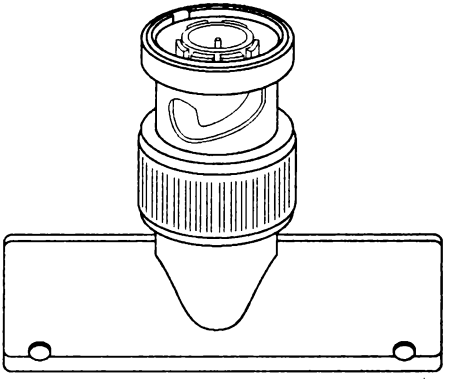


Рис. 11.13. BNC-тройник коаксиального кабеля Ethernet

Волоконно-оптические кабели. В волоконно-оптических кабелях для передачи информации используются оптические сигналы, а не электрические, как в более старых кабелях. Благодаря этому они не подвержены воздействию электромагнитных помех, из-за которых невозможна передача данных с помощью электрических сигналов на большие расстояния. Ослабление (уменьшение амплитуды сигнала при его прохождении по кабелю) также не является большой проблемой при использовании волоконно-оптического кабеля, что позволяет с его помощью передавать данные на очень большие расстояния с большой скоростью. К недостаткам этого кабеля относятся его высокая стоимость и то, что работать с ним гораздо труднее, поэтому монтировать такой кабель, подключать разъемы и использовать диагностическое оборудование умеют лишь немногие.

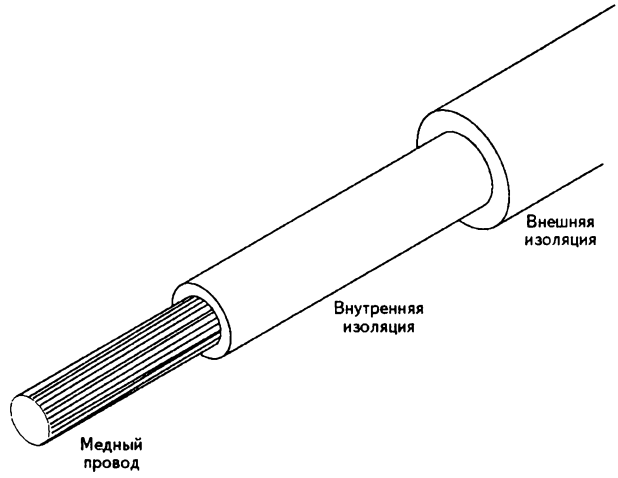


Рис. 11.14. Коаксиальный кабель

Конструкция волоконно-оптического кабеля довольно проста, однако его слабым местом являются разъемы — соединять их надо с максимальной аккуратностью. Основу кабеля составляет армированная стеклянная нить (световод) диаметром в доли миллиметра, помещенная в защитную оболочку. В первых волоконно-оптических кабелях нить была стеклянной, однако сейчас разработаны полимерные световоды. В качестве источника оптического излучения обычно выступает инфракрасный диод; передача информации осуществляется за счет изменения интенсивности светового потока. На другом конце линии связи с помощью фотодетектора принятые сигналы преобразуются в электрические. Волоконно-оптические разъемы показаны на рис. 11.15.

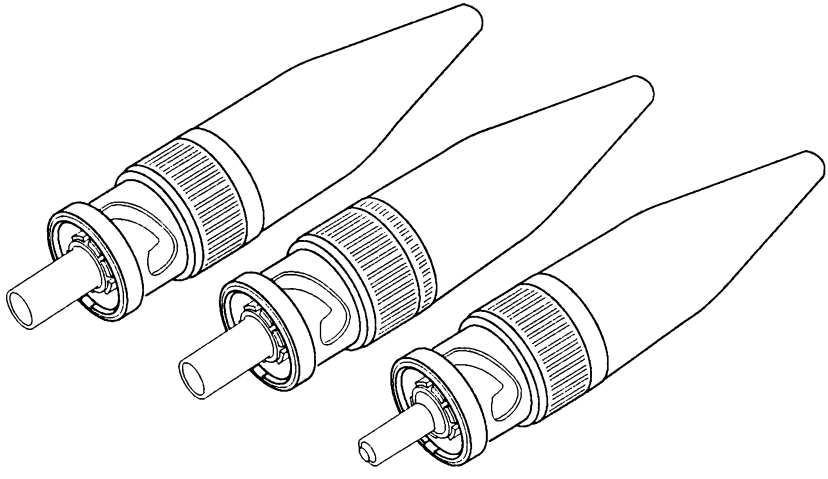


Рис. 11.15. Волоконно-оптические разъемы

Топологии сети. Каждая рабочая станция сети соединена кабелем с другой рабочей станцией и одним или несколькими серверами. Топология кабельных соединений при этом может быть самой разной. Иногда между двумя наиболее удаленными друг от друга рабочими станциями прокладывается один-единственный кабель, обходящий все остальные станции и серверы. Этот способ соединения называется *шинной топологией* (рис. 11.16). (Под топологией в данном случае понимается способ физического соединения всех рабочих станций и сервера

сети.) Огромным недостатком такого способа соединения является то, что, если рабочая станция по каким-либо причинам выйдет из строя, все остальные объекты сети, расположенные за ней по линии, потеряют связь с сетью.

В некоторых случаях все устройства подключаются к одному распределительному блоку (концентратору). В результате получается показанная на рис. 11.17 топология, которая называется *звездообразной*.

Еще одним типом топологии является *кольцевая* топология, в которой каждая рабочая станция соединена с последующей, а последняя — с первой (фактически, это — та же последовательная топология, только с замкнутыми концами).

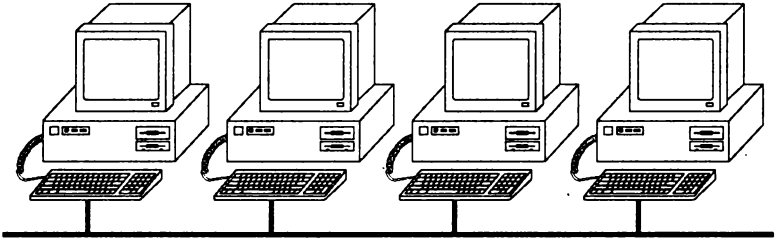


Рис. 11.16. В последовательной шинной топологии все сетевые устройства подсоединяются к одному кабелю

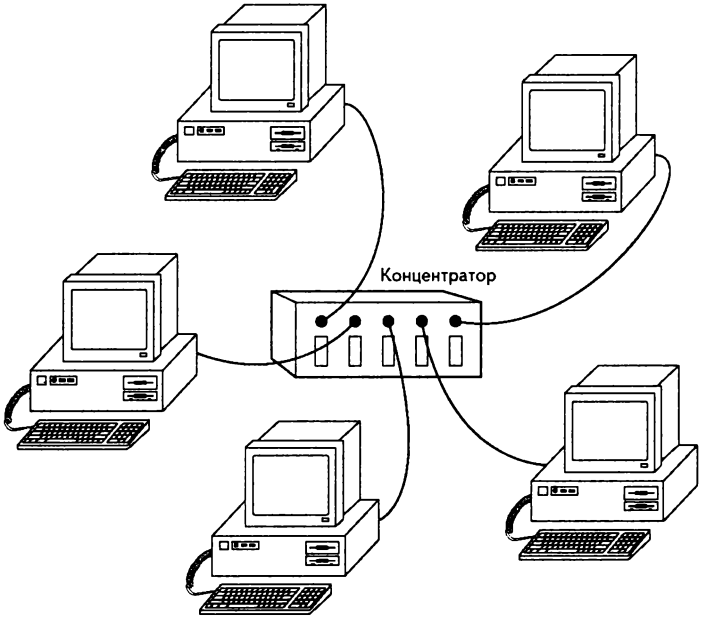


Рис. 11.17. В звездообразной топологии сетевые компьютеры и устройства подсоединяются к одному или нескольким концентраторам

Монтаж сети. Если при монтаже сети кабели приходится прокладывать через стены и перекрытия то это обойдется едва ли не дороже, чем остальная установка сети. Для создания ответвления от кабеля придется использовать специальные устройства, соединяющие пересекающиеся кабели. Кроме того, вам могут понадобиться другие дополнительные устройства, такие как концентраторы и повторители.

Замечание

Некоторые компании, в частности Motorola, уже разработали локальные сети, для установки которых не нужны кабели. В таких беспроволочных сетях для передачи сигналов от одного компьютера к другому используются радиоволны или инфракрасное излучение. Тем не менее в них еще не достигнуты необходимые для сегодняшних приложений быстродействие и надежность.

Планирование и прокладку линий связи, нарезку и монтаж кабелей и разъемов нельзя доверять непрофессионалам, поскольку в случае некачественной прокладки сети в ней может появиться эффект отраженных сигналов, который станет причиной ошибок в передаваемых сообщениях. Существует очень много физических требований для каждого типа сетей, соблюдение которых обеспечивает нормальное функционирование всех объектов сети. Стоимость коаксиального кабеля и экранированной витой пары небольшая. Разумеется, для большой сети расходы на кабельные материалы выливаются в кругленькую сумму, однако еще дороже вам обойдутся работы по прокладке кабеля. Вы можете построить сеть самостоятельно лишь в том случае, если компьютеры стоят на соседних столах и нет необходимости прокладывать кабель через стены и перекрытия.

Выбор кабеля для сети. Поскольку требования сетевых пользователей к пропускной способности сети все возрастают и для их удовлетворения разрабатываются новые сетевые системы, рассмотрим возможности наиболее фундаментальной части сетевой инфраструктуры — кабеля. Средним выбором среди множества существующих сегодня локальных сетей является сеть Ethernet, использующая неэкранированную витую пару (10BaseT). все большую популярность завоевывает сеть Fast Ethernet (100BaseT)

Для таких сетей и телефонных линий связи используется, как правило, кабель категории 3, или UTP-кабель. Сам кабель является проводом AWG 24 (American Wire Gauge — стандарт для измерения диаметра провода), покрытым слоем меди, одножильным, с волновым сопротивлением 100–105 Ом, минимум двумя скручиваниями на фут. Такой кабель вполне подходит для сетей со скоростью передачи до 16 Мбит/с.

Однако новые быстродействующие типы сетей предлагают более высокий уровень производительности "сопутствующего" оборудования. В случае быстродействующих Ethernet-сетей, которые работают со скоростью передачи до 100 Мбит/с, при использовании такого же количества проводов, что и в стандартных Ethernet, необходима большая устойчивость к перекрестным помехам и ослаблению сигнала, поэтому рекомендуется применять кабель категории 5. Если вы устанавливаете сеть, то можете использовать кабель категории 3. Однако, если вы прокладываете новый кабель для сети, рекомендуется использовать кабель категории 5.

Локальные сети называются так потому, что сетевые адаптеры и прочие устройства не могут отсылать сообщения дальше, чем на несколько сотен метров. В табл. 11.4 приведены ограничения на дальность связи для различных типов кабелей в различных сетях. Помимо этих ограничений, необходимо также запомнить, что нельзя подключать более 30 компьютеров к одному сегменту ThinNet и более 100 — к одному сегменту ThickNet. В сетях Token Ring максимальное количество компьютеров, подключенных к неэкранированной витой паре (UTP), равно 72, а к экранированной витой паре (STP) — 260.

Таблица 11.4. Ограничения длины соединительных кабелей

Сетевой адаптер	Тип кабеля	Максимальная длина, м	Минимальная длина, м
Ethernet	Тонкий	185	0,5
	Толстый (отвод)	50	2,5
	Толстый (основной)	500	2,5
	UTP	100	2,5
Token Ring	STP	100	2,5
	UTP	45	2,5
ARCnet (пассивный концентратор)		120	Зависит от кабеля
ARCnet (активный концентратор)		600	Зависит от кабеля

Адаптеры ARCnet. Адаптеры ARCnet относятся к одним из самых старых типов сетевых устройств. Первоначально исключительные права на них принадлежали фирме Datapoint Corporation, но сейчас ARCnet-совместимые платы выпускаются многими фирмами. Для сегодняшних стандартов быстродействие сетей ARCnet очень низкое, однако они отличаются простотой в установке и диагностике, способностью "прощать" некоторые ошибки, допущенные при монтаже, и высокой надежностью. Цены на оборудование ARCnet, в общем, ниже, чем на оборудование для сетей Ethernet, хотя за последние годы стоимость аппаратного обеспечения сетей Ethernet сильно упала, поэтому разница между ценами на сети не так уж и велика. Сети ARCnet подобны Token Ring, но их быстродействие ограничено 2,5 Мбит/с.

Адаптеры Ethernet. Самым распространенным типом сетевого адаптера является именно адаптер Ethernet. Сети к адаптерам этого типа можно подключать различное оборудование, включая UNIX-станции, компьютеры фирм Apple, IBM и их аналоги. Платы адаптеров выпускают десятки конкурирующих между собой фирм. В зависимости от типа кабеля, который используется для подключения, сети Ethernet монтируются в трех вариантах: ThinNet, UTP и ThickNet. Кабели ThickNet (толстый) позволяют осуществлять связь на больших расстояниях однако они намного дороже остальных. Обычная скорость передачи данных в сетях Ethernet составляет 10 Мбит/с, однако уже сейчас имеются адаптеры, обеспечивающие скорость 100 Мбит/с. Эти адаптеры "быстрой Ethernet" выпускаются такими фирмами, как Intel, Thomas-Conrad и др. Адаптеры на 100 Мбит/с могут передавать данные с максимальной скоростью лишь тогда, когда они взаимодействуют через высокоскоростные концентраторы с другими такими же адаптерами.

Если данные в сети не передаются (нет запросов рабочих станций и ответов файл-серверов), то сигналы в ней отсутствуют. После того как рабочая станция отослала запрос серверу по кабелю локальной сети, он освобождается от других посылок. Что же случится, если несколько рабочих станций (и/или файл-серверов) начнут одновременно использовать сеть?

Предположим, что одна рабочая станция посылает запрос файл-серверу в тот момент, когда он отвечает другой. Возникает так называемая *коллизия* (*collision*). (Напоминаем, что только два компьютера могут взаимодействовать в сети в одно и то же время.) Оба компьютера (и файл-сервер, и рабочая станция) прекращают передачу и через некоторое время предпринимают новую попытку. В сетевых адаптерах Ethernet используется метод, основанный на обнаружении несущей чужого сигнала в сетевом кабеле (принцип этот называется *CSMA/CD*): каждый компьютер прекращает передачу на время, определяемое случайным образом. После перерыва один из них практически всегда подключается раньше другого. Этот метод доста-

точно эффективен, однако при повышении интенсивности обмена в сети частота столкновений возрастает, и ожидать ответов на запросы приходится все дольше и дольше. Может случиться, что на выходы из столкновений будет уходить больше времени, чем на передачу данных. Поэтому фирмы IBM и Texas Instruments, стремясь избавиться от этих недостатков сетей Ethernet, разработали сеть Token Ring.

Адаптеры Token Ring. За исключением волоконно-оптических и некоторых новых высокоскоростных систем, сети Token Ring оказываются одними из самых дорогих локальных сетей. Для прокладки линий связи сети Token Ring могут использоваться как экранированные, так и неэкранированные витые пары кабелей. Расходы на сеть Token Ring оправдывают себя лишь при интенсивном обмене и большом количестве рабочих станций. Такие сети можно встретить в больших фирмах и организациях. Скорость обмена данными в сетях Token Ring — 4–16 Мбайт/с.

Между рабочими станциями локальной сети Token Ring постоянно передается "эстафетный" маркер, который представляет собой короткое сообщение, обозначающее, что линия свободна. Если рабочая станция не отсылает сообщение серверу, то она при получении маркера сразу же передает его следующей рабочей станции. Станция может передавать сообщение только тогда, когда у нее есть маркер. После передачи данных маркер снова передается следующей по порядку рабочей станции. Если вы хотите передать сообщение в тот момент, когда линия связи сети занята, то вам ничего другого не остается, как терпеливо ждать, пока "эстафета" дойдет до вас. Пройдя через все станции и файл-серверы и сделав полный круг, сообщение возвращается к передатчику. После этого передатчик посылает в сеть новый маркер, показывая тем самым, что сеть свободна. Во время прохода сообщения по кругу одна из рабочих станций (или файл-сервер) определяет, что сообщение адресовано именно ей (или ему), и приступает к его обработке.

Сеть Token Ring расходует не так много ресурсов, как может показаться на первый взгляд. Время прохождения маркера ничтожно мало даже при 100 или 200 рабочих станциях. Для определенных рабочих станций и файл-серверов можно установить приоритеты, дабы они могли чаще получать доступ к локальной сети. Очевидно, что сеть с интенсивной передачей маркера намного эффективнее сети Ethernet с обнаружением коллизий.

Иногда рабочие станции ошибаются и "теряют" маркер. Станции локальной сети следят друг за другом, и если это случается, то используется довольно сложная процедура восстановления потерянного маркера. Сеть Token Ring несколько сложнее, чем Ethernet, и ее сетевые адаптеры, естественно, дороже.

Сети ARCnet и Token Ring не совместимы, однако в ARCnet используется аналогичный способ передачи маркера для управления рабочими станциями и организации доступа сервера к локальной сети.

Оценка высокоскоростных технологий

Если вы имеете высокоскоростную рабочую станцию и высокоскоростной файл-сервер, то вы наверняка захотите, чтобы и вся сеть в целом работала на большой скорости. Даже скорость передачи данных 16 Мбит/с, которая обеспечивается в сети Token Ring, может быть слишком низкой для современного программного обеспечения. Быстрое развитие новых технологий, например мультимедиа, которые требуют работы с большими объемами информации, обусловливает быстрое развитие сетевого оборудования, которое предоставляет высокоскоростные соединения между компьютерами.

В последние годы появились локальные сети, которые обеспечивают на некоторых линиях передачу данных со скоростью свыше 16 Мбит/с, однако, как правило, такие высокоскоростные линии устанавливаются только между серверами, что объясняется их высокой стоимостью. Сейчас доступны новые технологии, с помощью которых передавать данные со скоростью передачи 100 Мбит/с и больше может даже рядовой пользователь рабочей станции. Такие скорости дают большую выгоду в сетях, работающих в реальном времени, т.е. предос-

тавляющих различные финансовые услуги и услуги проведения видеоконференций, использующих расширенные возможности графики и др.

Волоконно-оптический интерфейс. Волоконно-оптический интерфейс (FDDI) существует уже несколько лет. Интерфейс, разработанный группой X3T9.5 Task Group of ANSI (American National Standards Institute), обеспечивает передачу маркера и кадров по волоконно-оптическому кольцу со скоростью около 100 Мбит/с. Разрабатывался FDDI по аналогии со стандартом IEEE 802.5 (Token Ring), и различия в их работе проявляются лишь тогда, когда данные передаются с высокой скоростью или на большие расстояния.

Если бы в FDDI использовалась та же кодирующая схема, что и в Token Ring, то для передачи одного бита информации потребовалось бы два оптических сигнала: импульс света и затемненная пауза. Это означает, что для работы со скоростью 100 Мбит/с необходимо посылать 200 млн сигналов в секунду. Вместо этого в FDDI используется схема кодирования, называемая NRZI 4B/5B, которая кодирует 4 бит информации в 5-битовое представление этой информации, готовое для передачи по сети. Таким образом, при использовании схемы 4B/5B для работы со скоростью 100 Мбит/с необходимо передавать 125 млн сигналов в секунду (что составляет 125 Мбод). Поскольку каждый световой символ, отображаемый оттенком, представляет 4 бит информации, то аппаратному обеспечению FDDI проще работать с полубайтовым или байтовым уровнем, чем битовым, что способствует повышению скорости передачи данных.

Существует два основных различия в способах управления маркером, которые используются в FDDI и IEEE 802.5. В обычной сети Token Ring новая эстафета формируется только в том случае, когда посылающая рабочая станция принимает кадр, который отослала сама. В стандарте FDDI эстафета формируется *сразу* же после того как рабочая станция отослала кадр данных (этот метод называется *ранним формированием маркера*). Все подключенные рабочие станции подразделяются стандартом FDDI на две группы: асинхронные (т.е. такие, для которых моменты доступа к сети не имеют значения) и синхронные (для которых установлены очень жесткие требования к интервалам времени). В сетях FDDI используется весьма сложный алгоритм распределения доступа к сети рабочих станций двух классов.

Сеть Ethernet со скоростью 100 Мбит/с

Наибольшим препятствием в развитии высокоскоростных систем является *полная* замена всех компонентов сетевой инфраструктуры. Большинство компаний не может позволить себе тратить время на перестройку всей сети, которая заключается в замене всех узлов и сетевых интерфейсных плат и последующей настройке оставшихся элементов. Именно поэтому некоторые новые технологии, обеспечивающие передачу данных со скоростью 100 Мбит/с, созданы специально для упрощения модернизации существующих сетей. Во-первых, они могут использовать уже проложенные линии связи, а во-вторых, они совместимы с уже существующими установками, что позволяет переходить на новые технологии последовательно, от станции к станции. Понятно, что эти факторы используются для снижения затрат, связанных с подобными модернизациями.

Системами, использующими такой подход, являются *100BaseT*, разработанная Grand Junction Corp., и 100VG AnyLAN фирм Hewlett-Packard и AT&T. Обе эти системы обеспечивают передачу данных со скоростью 100 Мбит/с, работая на стандартных кабелях UTP, однако это их максимальная скорость. Фактически из двух систем только 100BaseT может быть названа сетью Ethernet, так как в ней используется тот же протокол CSMA/CD управления доступом к сети и то же разбиение на уровне кадра данных, которые описаны в стандарте IEEE 802.3. На самом деле 100BaseT утвержден как расширение к IEEE 802.3, называемое IEEE 802.3u.

В документе 802.3u описаны различные кабельные стандарты (табл. 11.5).

Таблица 11.5. Кабельные стандарты 100BaseT

Стандарт	Тип кабеля	Длина сегмента, м
100BaseTX	Категория 5 (2 пары)	100
100BaseT4	Категория 3, 4 или 5 (4 пары)	100
100BaseFX	Многомодовое оптоволокно 62,6 мкм (2 жилы)	400

Линии связи с уже проложенным кабелем категории 3 могут использоваться системами без предварительной замены кабеля, если имеется четыре пары.

Замечание

Передавать данные и звуковой *аналоговый* сигнал по одному кабелю категорически запрещено, даже если имеется достаточное количество пар проводников. Можно передавать данные рядом с *цифровым* телефонным сигналом, но обычный аналоговый, как правило, уменьшает производительность информационной сети.

Для установки 100BaseT сначала необходимо установить новые узлы и сетевые интерфейсные платы, однако, поскольку используется один и тот же тип кадра, эту замену можно выполнить путем модернизации, что позволит растянуть затраты на продолжительное время. Так, для работы на высокой скорости можно первоначально заменить лишь один узел в соответствии с моделью 100BaseT, переключив на него рабочие станции, а затем, через некоторый промежуток времени, модернизировать и другие узлы. Использование сетевых интерфейсных плат, работающих как на скоростях 10 Мбит/с, так и на 100 Мбит/с упростит перевод сети на высокую скорость передачи данных.

Система 100VG AnyLAN работает со скоростью 100 Мбит/с и разработана специально для использования в ней кабелей UTP категории 3. Так же, как и для 100BaseT, для работы 100VG необходимы четыре пары кабельных жил, причем процедур использования кабеля категории 5 или волоконно-оптического кабеля в этом стандарте нет. Однако 100VG AnyLAN полностью отличается от 100BaseT и, соответственно, от Ethernet.

В то время как в 10BaseT и 100BaseT одна пара проводов используется для обнаружения коллизии, 100VG AnyLAN может передавать сообщения через все четыре пары одновременно. Этот способ передачи называется *квартетной передачей сигналов*. Он реализуется схемой кодирования различных сигналов, называемой 5B/6B NRZ, и при его использовании в цикле отсылается в 2,5 раза больше битов, чем при применении схемы кодирования Manchester (сеть Ethernet). Умножьте это на четыре (количество используемых кабелей) и получите десятикратное увеличение скорости.

В сети 100VG AnyLAN для передачи сообщений доступны все четыре пары кабелей. Вместо используемой в сетях Ethernet CSMA/CD, в 100VG AnyLAN действует совершенно новый метод, называемый *приоритетностью запросов*. Заключается он в том, что перед передачей данных рабочая станция посылает запрос на файл-сервер и передает сообщение только тогда, когда получено разрешение.

В 100VG AnyLAN также используется тип кадра, определенный в стандарте IEEE 802.3, поэтому данные могут передаваться по сети наряду с данными Ethernet. Аналогично 100BaseT эта система может использовать сетевые интерфейсные платы, работающие со скоростями 10 и 100 Мбит/с, и переход на новую технологию может быть выполнен путем модернизации.

Асинхронный режим передачи. Асинхронный режим передачи (Asynchronous Transfer Mode — ATM) — это одна из самых новых высокоскоростных технологий. Хотя она уже некоторое время существует на рынке, только сейчас может быть реализован весь потенциал

асинхронного режима передачи. В ATM определяется протокол физического уровня, в котором стандартные пакеты данных емкостью 53 байт, называемые *ячейками*, могут использоваться для одновременной передачи голоса, данных и видеоданных в реальном времени по одному кабелю. В этих ячейках содержится специальная информация идентификации, с помощью которой высокоскоростные аппаратные узлы ATM разделяют типы данных и проверяют правильность восстановления переданной информации.

Основной стандарт ATM работает со скоростью передачи данных 155 Мбит/с, однако в некоторых случаях скорость может достигать 600 Мбит/с. В настоящее время ведутся работы по увеличению скорости передачи данных для обычных персональных компьютеров, которая сейчас равняется 25 Мбит/с.

ATM работает иначе, чем прочие стандарты, поэтому описанные выше пути модернизации в данном случае не подходят. Для установки ATM должно быть заменено *все* сетевое оборудование, а широкое распространение асинхронного режима передачи все еще сдерживается высокими ценами, что закономерно для любой новой технологии.

Высокоуровневые протоколы

После установки сетевого адаптера и соответствующего драйвера необходимо определить протокол уровня представления данных. Установка определенного протокола позволит вам работать в различных сетях. В операционной системе с одним сетевым адаптером могут быть установлены несколько протоколов, например, вы можете установить протокол IPX для доступа к сети NetWare и протокол TCP/IP для доступа к сети Windows NT. Причем эти две сети будут доступны благодаря одному адаптеру Ethernet. В следующих разделах приведено краткое описания протоколов уровня представления данных.

TCP/IP. TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol — протокол управления передачей/протокол Internet) — это имя сетевого протокола, используемого в Internet, впрочем, как и в большинстве операционных систем UNIX. TCP представляет собой протокол транспортного уровня, IP определяет протокол сетевого уровня, который отвечает за передачу блоков данных. TCP/IP — это обширный набор протоколов Internet и транспортных протоколов, который включает в себя File Transfer Protocol (FTP), Terminal Emulation (TELNET) и Simple Transfer Protocol (SMTP). TCP/IP был разработан U.S. Department of Defense в 1970 году как платформа и средство для взаимодействия различных типов аппаратного обеспечения (позже все это получило название Internet).

Ниже перечислены основные преимущества TCP/IP.

- *Независимость от типа компьютеров.* TCP/IP не разрабатывался для одного типа аппаратного обеспечения или программной среды. Он может использоваться в сетях любых типов.
- *Абсолютная адресация.* TCP/IP обеспечивает уникальную идентификацию для каждого компьютера, входящего в сеть.
- *Открытые стандарты.* Требования TCP/IP доступны как пользователям, так и разработчикам, и предложения по изменению стандарта могут быть внесены кем угодно.
- *Протоколы приложений.* Протоколы TCP/IP позволяют взаимодействовать несовместимым системам. Так, например, высокоуровневые протоколы FTP и TELNET становятся "вездесущими" на любой платформе.

В течение многих лет этот протокол использовался только в сетях UNIX, однако быстрый рост Internet обеспечил его применение практически во всех видах локальных компьютерных сетей. Многие сетевые администраторы заметили, что они могут использовать TCP/IP для своих сетевых операционных систем, и это значительно уменьшает количество проблем, связанных с потоками данных. Теперь в одной сети можно использовать несколько протоколов.

IPX. Комплект протоколов IPX был разработан фирмой Novell для собственной сетевой операционной системы NetWare. Фирма Microsoft в добавила поддержку этого протокола в операционную систему Windows.

Комплект протоколов IPX состоит из двух частей: собственно протокола IPX (аналог протокола IP в TCP/IP) и SPX (эквивалент протокола TCP в TCP/IP).

NetBEUI. Этот протокол используется в основном в небольших сетях Windows. Впервые он был представлен в операционной системе Windows 3.1. Этот протокол не может использоваться в сетях Internet/intranet. Он наилучшим образом подходит для небольших одноранговых сетей.

Глава 12

Устройства магнитного хранения данных

Практически во всех накопителях персональных компьютеров информация хранится на магнитных носителях. Оптические устройства часто используются в качестве вспомогательных для хранения данных (например, архивов), но основным все равно остается дисковый накопитель с магнитным носителем. Магнитные устройства отличаются высокими быстродействием и плотностью записи, и именно поэтому оптические диски никогда их полностью не заменят.

Имея представление о том, как записываются и хранятся данные на магнитных носителях, вы сможете понять принципы работы дисковых накопителей и более осознанно будете с ними обращаться.

Принципы хранения данных на магнитных носителях

В основе работы магнитных носителей, как накопители на жестких и гибких дисках, лежит такое явление, как *электромагнетизм*. Суть его состоит в том, что при пропускании через проводник электрического тока вокруг него образуется магнитное поле. Это поле воздействует на оказавшееся в нем ферромагнитное вещество. При изменении направления тока полярность магнитного поля также изменяется. Явление электромагнетизма используется в электродвигателях для генерации сил, воздействующих на магниты, которые установлены на вращающемся валу.

Однако существует и противоположный эффект: в проводнике, на который воздействует переменное магнитное поле, возникает электрический ток. При изменении полярности магнитного поля изменяется и направление электрического тока. Например, внутри обмоток генератора электрического тока, который используется в автомобилях, есть ротор с катушкой возбуждения, при вращении которой в обмотках генератора возникает электрический ток. Благодаря такой взаимной "симметрии" электрического тока и магнитного поля существует возможность записывать, а затем считывать данные на магнитном носителе.

Головка чтения/записи в любом дисковом накопителе состоит из U-образного ферромагнитного сердечника и намотанной на него катушки (обмотки), по которой может протекать электрический ток. При пропускании тока через обмотку в сердечнике (магнитопроводе) головки создается магнитное поле. При переключении направления протекающего тока полярность магнитного поля также изменяется. В сущности, головки представляют собой электромагниты, полярность которых можно очень быстро изменить, переключив направление пропускаемого электрического тока.

Магнитное поле в сердечнике частично распространяется в окружающее пространство благодаря наличию зазора, "пропиленного" в основании буквы U. Если вблизи зазора располагается другой ферромагнетик (рабочий слой носителя), то магнитное поле в нем локализуется, поскольку подобные вещества обладают меньшим магнитным сопротивлением, чем воздух. Магнитный поток, пересекающий зазор, замыкается через носитель, что приводит к поляризации его магнитных частиц (доменов) в направлении действия поля. Направление поля и, следовательно, остаточная намагниченность носителя зависят от полярности электрического поля в обмотке головки.

Гибкие магнитные диски обычно делаются на лавсановой, а жесткие — на алюминиевой или стеклянной подложке, на которую наносится слой ферромагнитного материала. Рабочий слой в основном состоит из окиси железа с различными добавками. Магнитные поля, создаваемые отдельными доменами на чистом диске, ориентированы случайным образом и взаимно компенсируются на любом сколько-нибудь протяженном (макроскопическом) участке поверхности диска, поэтому его остаточная намагниченность равна нулю.

Если участок поверхности диска при протягивании вблизи зазора головки подвергается воздействию магнитного поля, то домены выстраиваются в определенном направлении и их магнитные поля больше не компенсируют друг друга. В результате у этого участка появляется остаточная намагниченность, которую можно впоследствии обнаружить. На научном языке это звучит так: остаточный магнитный поток, формируемый данным участком поверхности диска, становится отличным от нуля.

Из всего вышесказанного можно сделать следующий вывод: в результате протекания переменного тока импульсной формы в обмотке головки чтения/записи на вращающемся диске образуется последовательность участков с различной по знаку (направлению) остаточной намагниченностью. Причем отметим сразу, что наиболее важными с точки зрения последующего воспроизведения записанной информации оказываются те зоны, в которых происходит *смена направления остаточного магнитного поля*, или просто *зоны смены знака*.

Магнитная головка записывает данные на диск, размещая на нем зоны смены знака. При записи каждого бита (или битов) данных в специальных областях на диске располагаются последовательности *зон смены знака*. Эти области называются *битовыми ячейками*. Таким образом, битовая ячейка — это специальная область на диске, в которой головка размещает зоны смены знака. Геометрические размеры такой ячейки зависят от тактовой частоты сигнала записи и скорости, с которой перемещаются друг относительно друга головка и поверхность диска. *Ячейка перехода* — это область на диске, в которую можно записать только одну зону смены знака. При записи отдельных битов данных или их групп в ячейках формируется характерный "узор" из зон смены знака, зависящий от способа *кодирования информации*. Это связано с тем, что в процессе переноса данных на магнитный носитель каждый бит (или группа битов) с помощью специального кодирующего устройства преобразуется в серию электрических сигналов, не являющихся точной копией исходной последовательности импульсов.

Замечание

На сегодняшний день самыми распространенными способами кодирования являются *модифицированная частотная модуляция* (*MFM — Modified Frequency Modulation*) и кодирование с *ограничением длины поля записи* (*RLL — Run Length Limited*). Для записи на гибкие диски используется метод MFM, а на жесткие – MFM и несколько вариантов метода RLL. Подробнее о способах кодирования будет рассказано ниже.

При записи напряжение прилагается к головке, и по мере изменения его полярности регистрируемая полярность магнитного поля также изменяется. Зоны смены знака записываются (регистрируются) в тех точках, в которых происходит изменение полярности. Это может показаться странным, но во время считывания головка выдает не совсем тот сигнал, который был записан; вместо этого она генерирует импульс напряжения или выброс только в тех точках, где она пересекает зону смены знака.

В сущности, во время считывания информации с диска головка ведет себя, как детектор зон смены знака, выдавая импульсы напряжения при каждом пересечении такой зоны. На тех участках, на которых не происходит смены знака, импульсы не генерируются (выбросы отсутствуют). На рис. 12.1 в графическом виде представлена взаимосвязь между формами импульсов (сигналов) во время считывания и записи и зонами смены знака, записанными на диске.

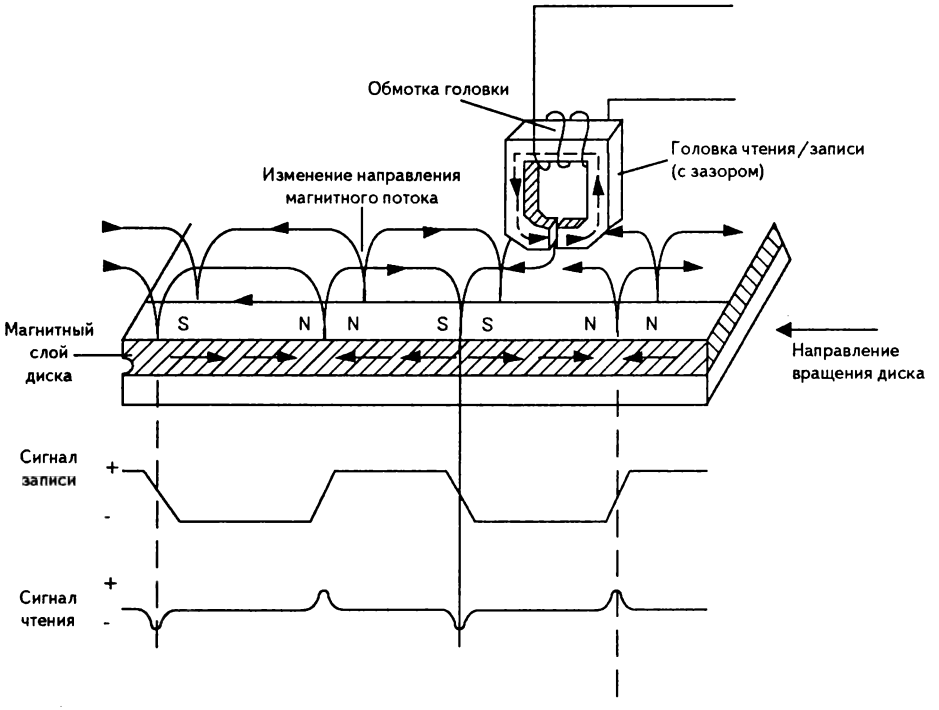


Рис. 12.1. Запись и считывание информации с магнитного диска

Записываемые данные представляют собой импульсы прямоугольной формы, соответствующие положительным или отрицательным значениям напряжения, которые приводят к поляризации магнитного носителя в том или ином направлении. Когда меняется полярность напряжения, остаточная намагниченность диска также изменяет полярность. Во время считывания головка регистрирует зоны смены знака и выдает соответствующие импульсы. Другими словами, сигнал соответствует нулевому напряжению, если не обнаружены переходы от положительного знака к отрицательному или наоборот. Импульсы появляются только в тех случаях, когда головка пересекает зоны смены знака на магнитном носителе. Зная тактовую частоту, схема устройства или контроллера определяет, попадает ли импульс (и, следовательно, зона смены знака) в данную ячейку перехода.

Амплитуда сигнала, поступающего с головки при считывании, очень мала, поэтому вопрос о шумах и помехах стоит весьма остро. Для усиления сигнала используются высокочувствительные устройства. После усиления сигнал поступает на декодирующие схемы, которые предназначены для восстановления потока данных, идентичного (теоретически!) потоку, который поступал на накопитель при выполнении записи.

Итак, запись и считывание информации с диска основаны на принципах электромагнетизма. Запись данных на диск происходит путем пропускания электрического тока через электромагнит (головку устройства), в результате чего создаются зоны намагниченности, которые и сохраняются на диске. Данные считываются с диска при перемещении головки над поверхностью диска: при этом головка регистрирует изменения в зонах намагниченности и в результате генерирует слабые электрические сигналы, указывающие на наличие или отсутствие зон смены знака в записанных сигналах.

Способы кодирования данных

Данные на магнитном носителе хранятся в аналоговой форме. В то же время сами данные представлены в цифровом виде, так как они являются последовательностью нулей и единиц. При выполнении записи цифровая информация, поступая на магнитную головку, создает на диске магнитные домены соответствующей полярности. Если во время записи на головку поступает положительный сигнал, магнитные домены поляризуются в одном направлении, а если отрицательный — в противоположном направлении. Когда меняется полярность записываемого сигнала, происходит также изменение полярности магнитных доменов.

Если во время воспроизведения головка регистрирует группу магнитных доменов одинаковой полярности, она не генерирует никаких сигналов; генерация сигнала происходит только тогда, когда головка обнаруживает изменение полярности. Эти моменты изменения полярности называются *сменой знака*. Каждая смена знака приводит к тому, что считывающая головка выдает импульс напряжения; именно эти импульсы устройство регистрирует во время чтения данных. Но при этом считывающая головка генерирует не совсем тот сигнал, который был записан; на самом деле она создает ряд импульсов, каждый из которых соответствует моменту смены знака.

Чтобы оптимальным образом расположить импульсы в сигнале записи, необработанные исходные данные пропускаются через специальное устройство, которое называется *кодером/декодером* (*encoder/decoder*). Это устройство преобразует двоичные данные в электрические сигналы, оптимизированные с точки зрения размещения зон смены знака на дорожке записи. Во время считывания кодер/декодер выполняет обратное преобразование: восстанавливает из сигнала последовательность двоичных данных. За прошедшие годы было разработано несколько методов кодирования данных, и главной целью их разработчиков было достижение максимальной эффективности и надежности записи и считывания информации.

При работе с цифровыми данными особое значение приобретает синхронизация. Во время считывания или записи очень важно точно определить момент каждой смены знака. Если синхронизация отсутствует, то момент смены знака может быть определен неправильно, в результате чего неизбежна потеря или искажение информации. Чтобы предотвратить это, работа передающего и принимающего устройств должна быть строго синхронизирована. Существует два пути решения данной проблемы. Во-первых, синхронизировать работу двух устройств, передавая специальный *сигнал синхронизации* (или *синхросигнал*) по отдельному каналу связи. Во-вторых, объединить синхросигнал с сигналом данных и передать их вместе по одному каналу. Именно в этом и заключается суть большинства способов кодирования данных.

Если данные и синхросигнал передаются по одному каналу, то можно осуществить их взаимную временную привязку при передаче между любыми двумя устройствами. Простейший способ сделать это — перед передачей *ячейки данных* послать синхронизирующий сигнал. Применительно к магнитным носителям это означает, что, например, ячейка, содержащая один бит информации, должна начинаться с зоны смены знака, которая выполняет роль заголовка. Затем следует (или не следует) переход, в зависимости от значения бита данных. Заканчивается рассматриваемая ячейка еще одной зоной смены знака, которая одновременно является стартовой для следующей ячейки. Преимуществом этого метода является то, что синхронизация не нарушается даже при воспроизведении длинных цепочек нулей (или единиц), а недостатком — то, что дополнительные зоны смены знака, которые нужны только для синхронизации, занимают место на диске, которое могло бы использоваться для записи данных.

Поскольку количество зон смены знака, которые можно записать на диске, ограничено возможностями технологий производства носителей и головок, инженеры при разработке дисковых накопителей стараются изобрести такие способы кодирования данных, с помощью которых можно было бы "втиснуть" как можно больше битов данных в минимальное количество зон смены знака. При этом приходится учитывать то неизбежное обстоятельство, что часть из них все равно будет использоваться только для синхронизации.

Хотя самых разнообразных методов было изобретено великое множество, на сегодняшний день реально используется только три из них:

- частотная модуляция (FM);
- модифицированная частотная модуляция (MFM);
- кодирование с ограничением длины поля записи (RLL).

Частотная модуляция(FM). Способ кодирования *FM* (*Frequency Modulation — частотная модуляция*) был разработан одним из первых и использовался при записи на гибкие диски так называемой *одинарной плотности* (*single density*) в первых ПК. Емкость таких односторонних дискет составляла всего 80 Кбайт. В 70-е годы запись по методу частотной модуляции использовалась во многих устройствах, но сейчас от него полностью отказались.

Модифицированная частотная модуляция (MFM). Основной целью разработчиков метода *MFM* (*Modified Frequency Modulation — модифицированная частотная модуляция*) было сокращение количества зон смены знака для записи того же объема данных по сравнению с FM-кодированием и, соответственно, увеличение потенциальной емкости носителя. При этом способе записи количество зон смены знака, используемых только для синхронизации, уменьшается. Синхронизирующие переходы записываются только в начало ячеек с нулевым битом данных, и только в том случае если ему предшествует нулевой бит. Во всех остальных случаях синхронизирующая зона смены знака не формируется. Благодаря такому уменьшению количества зон смены знака при той же допустимой плотности их размещения на диске информационная емкость, по сравнению с записью по методу FM, удваивается.

По этой причине диски, записанные по методу MFM, часто называют *дисками двойной плотности* (*double density*). Поскольку при рассматриваемом способе записи на одно и то же количество зон смены знака приходится вдвое больше "полезных" данных, чем при FM-кодировании, скорость считывания и записи информации на носитель также удваивается.

При записи и воспроизведении данных по методу MFM требования, предъявляемые к точности синхронизации, являются более жесткими, чем при FM-кодировании. Однако все сложности были успешно преодолены, и метод MFM был самым популярным способом кодирования в течение долгих лет.

В табл. 12.1 приведено соответствие между битами данных и зонами смены знака.

Таблица 12.1. Последовательность зон смены знака при записи по методу MFM (T — смена знака есть, N — смены знака нет)

Бит данных	Последовательность зон смены знака
1	NT
0 с предшествующим 0	TN
0 с предшествующей 1	NN

Кодирование с ограничением длины поля записи (RLL). *Кодирование с ограничением длины поля записи* (*Run Length Limited — RLL*) — это самый популярный на сегодняшний день способ кодирования. Он позволяет разместить на диске в полтора раза больше информации, чем при записи по методу MFM, и в три раза больше, чем при FM-кодировании. При использовании этого метода происходит кодирование не отдельных битов, а целых групп, в результате чего создаются определенные последовательности зон смены знака.

Метод RLL был разработан фирмой IBM и сначала использовался в дисковых накопителях больших машин. В конце 80-х годов его стали использовать в накопителях на жестких дисках персональных компьютеров, а на сегодняшний день — почти во всех ПК.

Как уже было сказано, при записи по методу RLL одновременно кодируются целые группы битов. Термин *Run Length Limited* (*с ограничением длины пробега*) составлен из названий двух основных параметров, которыми являются минимальное число (длина пробега) и максимальное число (предел пробега) ячеек перехода, которые можно расположить между двумя зонами смены знака. Изменяя эти параметры, можно получать различные способы кодирования, но на практике используются только два из них: RLL 2,7 и RLL 1,7.

Методы FM и MFM, в сущности, являются частными вариантами RLL. Так, например, FM-кодирование можно было бы назвать *RLL 0,1*, поскольку между двумя зонами смены знака может располагаться максимум одна ячейка перехода и минимум — нуль ячеек. Соответственно, метод MFM в этой терминологии можно было бы обозначить *RLL 1,3*, так как в этом случае между двумя зонами смены знака может располагаться от одной до трех ячеек перехода. Однако при упоминании этих методов обычно используются более привычные названия *FM* и *MFM*.

До последнего времени самым популярным был метод RLL 2,7, поскольку он позволял достичь высокой плотности записи данных (в 1,5 раза больше по сравнению с методом MFM) и достоверности (надежности) их воспроизведения. При этом соотношение размеров зон смены знака и участков с постоянной намагниченностью оставалось тем же, что и при методе MFM. Однако для накопителей очень большой емкости метод RLL 2,7 оказался недостаточно надежным. В большинстве современных жестких дисков высокой емкости используется метод RLL 1,7, который позволяет увеличить плотность записи в 1,27 раза по сравнению с методом MFM, в то время как соотношение между размерами зон смены знака и участков с постоянной намагниченностью является оптимальным. За счет некоторого снижения плотности записи (по сравнению с RLL 2,7) удалось существенно повысить надежность считывания данных. Это особенно важно, поскольку в накопителях большой емкости носители и головки уже приближаются к пределу возможностей современной технологии. И так как надежность считывания данных является приоритетом при разработке современных жестких дисков, можно ожидать, что в ближайшем будущем метод RLL 1,7 достигнет наибольшего распространения.

Еще один редко используемый вариант RLL — метод RLL 3,9. Иногда его называют *усовершенствованным RLL*, или *ARRL* (*Advanced RLL*). С его помощью можно достичь еще большей плотности записи информации, чем при использовании метода RLL 2,7. Но, к сожалению, надежность ARRL-кодирования очень невысока; его пытались использовать в некоторых контроллерах, но их выпуск был вскоре прекращен.

Понять сущность RLL-кодирования без наглядных примеров довольно сложно, поэтому рассмотрим метод RLL 2,7, так как именно он чаще всего используется в старых контроллерах. Даже для этого конкретного варианта можно построить множество (тысячи!) таблиц перекодировки различных последовательностей битов в серии зон смены знака. Остановимся на таблице, которая использовалась фирмой IBM при создании кодеров/декодеров.

Согласно этой таблице группы данных длиной 2, 3 и 4 бит преобразуются в серии зон смены знака длиной 4, 6 и 8 битовых ячеек соответственно. При этом кодирование последовательностей битов происходит так, чтобы расстояние между зонами смены знаков было не слишком маленьким, но и не слишком большим.

Первое ограничение вызвано тем, что величины разрешений головки и магнитного носителя, как правило, являются фиксированными. Второе ограничение необходимо для того, чтобы обеспечить синхронизацию устройств.

В табл. 12.2 приведена схема кодирования по методу RLL 2,7, разработанная фирмой IBM.

Таблица 12.2. Последовательность зон смены знака при записи по методу RLL 2,7 (T — смена знака есть, N — смены знака нет)

Бит данных	Последовательность зон смены знака
10	NTNN
11	TNNN
000	NNNTNN
010	TNNTNN
011	NNTNNN
0010	NNTNNTNN
0011	NNNNTNNN

Если внимательно изучить эту таблицу, то можно заметить, что кодировать, например, байт 00000001 нельзя, поскольку его невозможно составить из комбинации приведенных в таблице групп битов. Однако на практике при этом никаких проблем не возникает. Дело в том, что контроллер не оперирует байтами, а формирует сразу целые секторы записи. Поэтому, если ему попадается такой байт, он просто начинает искать подходящую для разбиения на группы комбинацию с учетом следующего байта последовательности. Затруднение может возникнуть только в том случае, если указанный байт является последним в секторе. В этой ситуации кодер, установленный в контроллере, просто дописывает в конец последнего байта несколько дополнительных битов. При последующем считывании они отбрасываются, и последний байт воспроизводится таким, каким он должен быть.

Сравнение способов кодирования

На рис. 12.2 показаны диаграммы сигналов, формируемых при записи на жесткий диск ASCII-кода символа "X" для трех различных способов кодирования.

Рис. 12.2. Сигналы, формируемые во время записи ASCII-кода символа "X" при способах кодирования FM, MFM и RLL 2,7

В верхней строке каждой из этих диаграмм показаны отдельные биты данных (01011000) в битовых ячейках, границами которых являются синхронизирующие сигналы, обозначенные точками. Под этой строкой изображен сам сигнал, представляющий собой чередование положительных и отрицательных значений напряжения, причем в моменты смены полярности напряжения происходит запись зоны смены знака. В нижней строке показаны ячейки перехода, причем T обозначает ячейку, содержащую зону смены знака, а N — ячейку, в которой зоны смены знака нет.

Разобраться в FM-кодировании очень просто. В каждой битовой ячейке содержится две ячейки перехода: одна — для синхронизирующего сигнала, другая — для самих данных. Все ячейки перехода, в которых записаны сигналы синхронизации, содержат зоны смены знака. В то же время ячейки перехода, в которых записаны данные, содержат зону смены знака только в том случае, если значение бита равно логической единице. При нулевом значении бита зона смены знака не формируется. Поскольку в нашем примере значение первого бита — 0, он будет записан в виде комбинации TN. Значение следующего бита равно 1, и ему соответствует комбинация TT. Третий бит — тоже нулевой (TN) и т.д. С помощью приведенной выше диаграммы FM-кодирования вы легко сможете проследить всю кодирующую комбинацию для рассматриваемого примера байта данных. Отметим, что при данном способе записи зоны смены знака могут следовать непосредственно одна за другой, что в терминах RLL-кодирования означает, что минимальный "пробег" равен нулю. С другой стороны, максимально возможное количество пропущенных подряд зон смены знака не может превышать единицы — вот почему FM-кодирование можно обозначить как *RLL 0,1*.

При MFM-кодировании в ячейках также записывается синхросигнал и биты данных. Но, как видно из схемы, ячейки для записи синхросигнала содержат зону смены знака только в том случае, если значения и текущего, и предыдущего битов равны нулю. Первый бит слева — нулевой, значение же предыдущего бита в данном случае неизвестно, поэтому предположим, что он тоже равен нулю. При этом последовательность зон смены знака будет выглядеть следующим образом: TN. Значение следующего бита равно единице, которой всегда соответствует комбинация NT. Следующему нулевому биту предшествует единичный, поэтому ему соответствует последовательность NN. Аналогичным образом можно проследить процесс формирования сигнала записи до конца байта. Легко заметить, что минимальное и максимальное число ячеек перехода между любыми двумя зонами смены знака равны 1 и 3 соответственно. Следовательно, MFM-кодирование в терминах RLL может быть названо методом *RLL 1,3*.

Поскольку в данном случае используется только половина зон смены знака (по сравнению с FM-кодированием), частоту синхронизирующего сигнала можно удвоить, сохранив при этом то же расстояние между зонами смены знака, которое использовалось при методе FM. Это означает, что плотность записываемых данных остается такой же, как при FM-кодировании, но данных кодируется вдвое больше.

Труднее всего разобраться в диаграмме, иллюстрирующей метод RLL 2,7, поскольку в нем кодируются не отдельные биты, а их группы. Первая группа слева, совпадающая с одной из приведенных в табл. 12.2 комбинаций, состоит из трех битов: 010. Она преобразуется в такую последовательность зон смены знака: TNNTNN. Следующим двум битам (11) соответствует комбинация TNNN, а последним трем (000) — NNNTNN. Как видите, в данном примере для корректного завершения записи дополнительные биты не потребовались.

Обратите внимание, что в этом примере минимальное и максимальное число пустых ячеек перехода между двумя зонами смены знака равно 2 и 6 соответственно, хотя в другом примере максимальное количество пустых ячеек перехода может равняться 7. Именно поэтому такой способ кодирования называется RLL 2,7. Поскольку в данном случае записывается еще меньше зон смены знака, чем при MFM-кодировании, частоту сигнала синхронизации можно увеличить в 3 раза по сравнению с методом FM и в 1,5 раза — по сравнению с методом MFM. Это позволяет на таком же пространстве диска записать больше данных. Но необходимо отметить, что

минимальное и максимальное физические расстояния на поверхности диска между любыми двумя зонами смены знака одинаковы для всех трех упомянутых методов кодирования.

PRML (Partial-Response, Maximum-Likelihood)

В последнее время в накопителях большой емкости вместо традиционных усилителей считывания с пиковыми детекторами стали использоваться так называемые схемы *PRML* (*Partial-Response, Maximum-Likelihood* — с групповым откликом и максимальным правдоподобием). В отличие от ранее применявшихся устройств, в которых регистрировался каждый импульс воспроизведенного сигнала, в каналах считывания, основанных на упомянутом принципе, происходит накопление мгновенных значений напряжения за определенный промежуток времени, а затем на основании анализа полученных выборок делается вывод о наличии или отсутствии "полезного" сигнала. Обработка данных осуществляется цифровыми способами (фильтрация шумов и помех, оценка достоверности результата), что, в конечном счете, позволяет повысить плотность расположения зон смены знака на диске в среднем на 40% и на столько же увеличить емкость носителя.

Надеюсь, что, описав методы кодирования, я приоткрыл завесу, за которой скрывается великая тайна записи данных на диск. И, повторю еще раз, хотя при использовании методов кодирования MFM и RLL можно записать на диск больше данных, реальная плотность зон смены знака на поверхности магнитного носителя остается постоянной для всех трех рассмотренных методов.

Измерение емкости накопителя

В табл. 12.3 перечислены стандартные обозначения единиц измерения емкости накопителей.

Таблица 12.3. Стандартные единицы измерения емкости накопителей

Аббревиатура	Название	Десятичная величина	Двоичная величина
Kb (Кбит)	Килобит	1 000	1 024
KB, K (Кбайт)	Килобайт	1 000	1 024
Mb (Мбит)	Мегабит	1 000 000	1 048 576
MB, M (Мбайт)	Мегабайт	1 000 000	1 048 576
Gb (Гбит)	Гигабит	1 000 000 000	1 073 741 824
GB, G (Гбайт)	Гигабайт	1 000 000 000	1 073 741 824
Tb (Тбит)	Терабит	1 000 000 000 000	1 099 511 627 776
TB, T (Тбайт)	Терабайт	1 000 000 000 000	1 099 511 627 776

К сожалению, не существует общепринятого способа отличать "двоичные" кратные единицы измерения от "десятичных". Другими словами, английское сокращение "MB" (или "M") может обозначать как миллионы байтов, так и мегабайты. Как правило, объемы памяти измеряются в "двоичных" единицах измерения, но емкость накопителей — и в "десятичных", и в "двоичных", что часто приводит к недоразумениям. Заметьте также, что в английском варианте биты (bits) и байты (Bytes) отличаются регистром первой буквы (она может быть строчной или прописной). Например, при обозначении миллионов битов используется строчная буква "b", в результате чего единица измерения *миллион битов в секунду* обозначается "Mbps", в то время как "MBps" означает *миллион байтов в секунду*. Этот вопрос обсуждается дальше в этой главе.

Накопители на жестких дисках

Самым необходимым и в то же время самым загадочным компонентом компьютера является *накопитель на жестком диске*. Как известно, он предназначен для хранения данных, и последствия его выхода из строя зачастую оказываются катастрофическими. Если вы собираетесь модернизировать свой компьютер, то должны хорошо представлять себе, что же это такое — накопитель на жестком диске.

Литература о жестких дисках ориентирована, в основном, на специалистов и пользователей-профессионалов. В этом разделе мы попытаемся восполнить существующий пробел, подробно описав накопители на жестких дисках, их физические, механические и электронные свойства.

Что такое жесткий диск

Основными элементами накопителя являются несколько круглых алюминиевых или некристаллических стекловидных пластин. В отличие от гибких дисков (дискет), их нельзя согнуть; отсюда и появилось название *жесткий диск*. В большинстве устройств они несъемные, поэтому иногда такие накопители называются *фиксированными* (*fixed disk*). Существуют также накопители со сменными дисками, например устройства Zip и Jaz.

Замечание

Накопители на жестких дисках обычно называют *винчестерами*. Этот термин появился в 60-е годы, когда фирма IBM выпустила высокоскоростной накопитель с одним несъемным и одним сменным дисками емкостью по 30 Мбайт. Этот накопитель состоял из пластин, которые вращались с высокой скоростью, и "парящих" над ними головок, а номер его разработки — 30-30. Такое цифровое обозначение (30-30) совпало с обозначением популярного нарезного оружия Winchester, поэтому термин *винчестер* вскоре стал применяться в отношении любого стационарно закрепленного жесткого диска. Это типичный профессиональный жаргон, на самом деле подобные устройства не имеют с обычными винчестерами (т.е. с оружием) ничего общего.

Новейшие достижения. За 15 лет, прошедших с того времени как жесткие диски стали привычными компонентами персональных компьютеров, их параметры радикально изменились. Чтобы дать вам некоторое представление о том, как далеко зашел процесс усовершенствования жестких дисков, приведем самые яркие факты.

- Максимальная емкость возросла от 10 Мбайт для накопителей размером 5,25″ (1982 год) до 20 Гбайт и больше для накопителей размером 3,5″ и до 10 Гбайт и больше для накопителей 2,5″, используемых в портативных компьютерах.
- Скорость передачи данных возросла от 85–102 Кбайт/с в компьютере IBM XT (1983 год) до более чем 30 Мбайт/с в самых быстродействующих современных системах.
- Среднестатистическое время поиска уменьшилось от 85 мс для накопителя компьютера IBM XT объемом 10 Мбайт (1983 год) до менее чем 8 мс для самых быстродействующих современных накопителей.
- В 1982 году накопитель емкостью 10 Мбайт стоил свыше $1 500 ($150 за мегабайт). Сегодня "удельная стоимость" дисков составляет меньше 2 центов за мегабайт.

Поверхностная плотность записи. *Поверхностная плотность записи* является основным критерием оценки накопителей на жестких дисках. Она определяется как произведение линейной плотности записи вдоль дорожки, выражаемой в битах на дюйм (BPI — Bits Per Inch), и количества дорожек на дюйм (TPI — Tracks Per Inch). В результате поверхностная плотность записи выражается в Мбит/дюйм^2. На основании этого значения можно сделать вывод об эффективности того или иного способа записи данных. В современных накопителях

размером 3,5″ величина этого параметра составляет около 3 Гбит/дюйм^2, а в экспериментальных моделях она достигает 10 Гбит/дюйм^2. Это позволяет выпускать накопители емкостью более 20 Гбайт для портативных компьютеров с одним диском-носителем на 2,5″.

Поверхностная плотность записи (и, соответственно, емкость накопителей) удваивается примерно каждые два-три года. Дальнейшее повышение поверхностной плотности записи связано с созданием новых типов носителей (с использованием некристаллических стекловидных материалов), конструкций головок, использованием метода псевдоконтактной записи, а также статистических методов. Для достижения более высокого уровня поверхностной плотности необходимо создать такие головки и диски, которые могли бы функционировать при минимальном зазоре между ними.

Принципы работы накопителей на жестких дисках

Основные принципы работы накопителей на жестких и гибких дисках практически одинаковы: данные записываются и считываются универсальными головками чтения-записи с поверхностей вращающихся магнитных дисков, разбитых на *дорожки* и *секторы* (512 байт каждый), как на рис. 12.3.

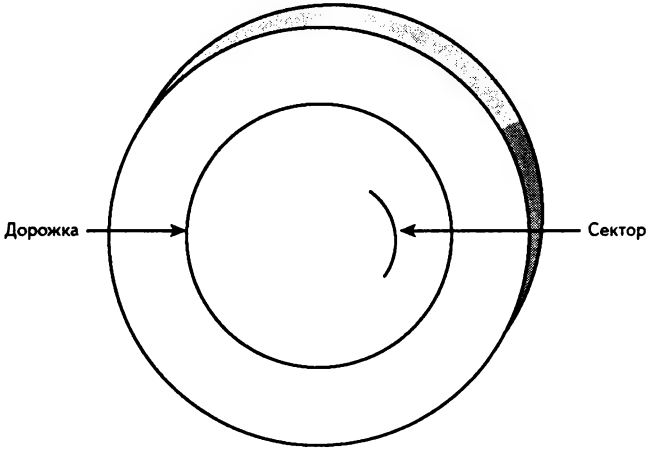


Рис. 12.3. Дорожки и секторы накопителя на жестких дисках

В накопителях обычно устанавливается несколько дисков, и данные записываются на обеих сторонах каждого из них. В большинстве накопителей есть по меньшей мере два или три диска (что позволяет выполнять запись на четырех или шести сторонах), но существуют также устройства, содержащие до 11 и более дисков. Однотипные (одинаково расположенные) дорожки на всех сторонах дисков объединяются в *цилиндр* (рис. 12.4). Для каждой стороны каждого диска предусмотрена своя дорожка чтения/записи, но при этом все головки смонтированы на общем стержне, или *стойке*. По этой причине головки не могут перемещаться независимо друг от друга и двигаются только синхронно.

Жесткие диски вращаются намного быстрее, чем гибкие. Частота их вращения даже в большинстве первых моделей составляла 3 600 об/мин (т.е. в 10 раз больше, чем в накопителе на гибких дисках) и до последнего времени была почти стандартом для жестких дисков. Но в настоящее время частота вращения жестких дисков возросла. Например, в моем портативном компьютере диск объемом 3,3 Гбайт вращается с частотой 4 852 об/мин, но уже существуют модели с частотами 5 400, 5 600, 6 400, 7 200 и даже 10 000 об/мин. Скорость работы того или иного жесткого диска зависит от частоты его вращения, скорости перемещения системы головок и количества секторов на дорожке. Кроме того, благодаря сочетанию всех этих факторов обмен данными с жесткими дисками осуществляется гораздо быстрее, чем с накопителями на гибких дисках.

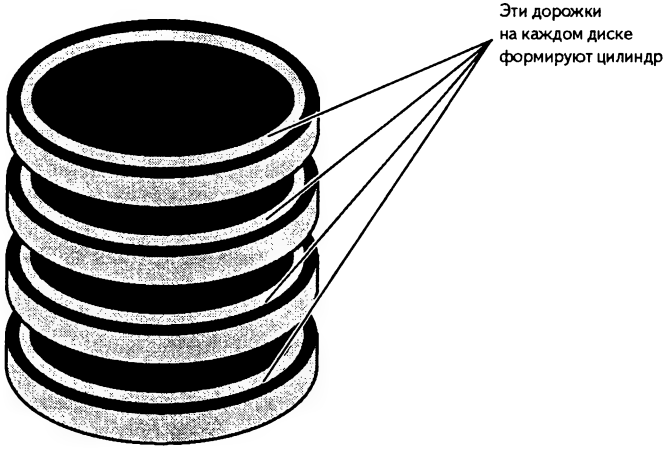


Рис. 12.4. Цилиндр накопителя на жестких дисках

При нормальной работе жесткого диска головки чтения/записи не касаются (и не должны касаться!) дисков. Но они опускаются на поверхность при выключении питания и остановке дисков. Во время работы устройства между головкой и поверхностью вращающегося диска образуется очень малый воздушный зазор (воздушная подушка). Если в этот зазор попадет пылинка или произойдет сотрясение, головка "столкнется" с диском, вращающимся "на полном ходу". Если удар будет достаточно сильным, то произойдет *поломка головки*. Последствия этого могут быть разными — от потери нескольких байтов данных до выхода из строя всего накопителя. Поэтому в большинстве накопителей поверхности магнитных дисков легируют и покрывают специальными смазками, что позволяет устройствам выдерживать ежедневные "взлеты" и "приземления" головок, а также более серьезные потрясения.

Поскольку пакеты магнитных дисков содержатся в плотно закрытых корпусах и их ремонт не предусмотрен, плотность дорожек на них очень высока — до 3 000 и более на дюйм. Блоки *HDA* (*Head Disk Assembly* — блок головок и дисков) собирают в специальных цехах, в условиях практически полной стерильности. Обслуживанием HDA занимаются считанные фирмы, поэтому ремонт или замена каких-либо деталей внутри герметичного блока HDA обходится очень дорого. Вам придется смириться с мыслью, что рано или поздно накопитель выйдет из строя, и вопрос только в том, когда это произойдет и успеете ли вы сохранить свои данные.

Многие пользователи считают накопители на жестких дисках самыми хрупкими и ненадежными узлами компьютеров, и, в общем, так оно и есть. Однако на тех семинарах по аппаратному обеспечению компьютеров и проблемам восстановления данных, которые я веду, накопители работали целыми днями со снятыми крышками. Иногда приходилось даже снимать и устанавливать на место крышки работающих накопителей, и несмотря на это они по сей день продолжают успешно работать и с крышками, и без них. Разумеется, я не советую вам делать то же самое со своими устройствами; к тому же я никогда не стал бы так экспериментировать с дорогостоящими дисками большой емкости.

Несколько слов о наглядных сравнениях. Вам, возможно, приходилось читать книги или статьи, в которых для описания взаимодействия головки и диска используется аналогия с Боингом-747, который летит в нескольких метрах над землей со скоростью 800 км/ч. Я сам в течение нескольких лет частенько к ней прибегал на вышеупомянутых семинарах, но никогда не задумывался над тем, насколько точно она соответствует современным накопителям.

Правда, надо сказать, что сравнение головки с летящим самолетом всегда казалось мне некорректным. Она ведь никуда не летит, а плавает на воздушной подушке, которая создается на поверхности вращающегося диска.

Правильнее было бы сравнить ее с судном на воздушной подушке. Благодаря специальному профилю головки толщина создающейся воздушной подушки автоматически поддерживается постоянной. Иногда такой способ взаимодействия двух подвижных объектов называют *воздушной подвеской*.

Для примера возьмем жесткий диск модели ST-12550N Barracuda 2 фирмы Seagate с интерфейсом SCSI-2, размером 3,5″ и форматированной емкостью 2 Гбайт. Параметры накопителя Barracuda, взятые из технической документации, приведены в табл. 12.4.

Таблица 12.4. Параметры накопителя ST-12550N Barracuda 2 фирмы Seagate с интерфейсом SCSI-2

Параметр	Значение	Единица измерения
Линейная плотность записи	52 187	BPI (бит на дюйм)
Расстояние между битами на дорожке	19,16	микродюйм
Плотность дорожек	3 047	TPI (дорожек на дюйм)
Расстояние между дорожками	328,19	микродюйм
Количество дорожек	2 707	штука
Частота вращения	7 200	об/мин (RPM)
Средняя линейная скорость движения диска относительно головки	53,55	миль/ч (MPH)
Длина ползунка головки	0,08	дюйм
Высота ползунка головки	0,02	дюйм
Высота воздушного зазора	5	микродюйм
Среднестатистическое время поиска	8	мс (миллисекунда)

Пересчитаем теперь все геометрические размеры накопителя в соответствии с масштабом, при котором величина зазора между диском и головкой составит точно 1 дюйм. Это означает, что все соответствующие числа необходимо умножить на 200 000 — именно во столько раз 1 дюйм больше, чем 5 микродюймов.

Итак, вы готовы?

Представьте себе эту головку: при таком увеличении ее длина составит около 400 м, а высота — 100 м (это приблизительно половина длины Эйфелевой башни). Перемещается она со скоростью 4 760 км в секунду на расстоянии всего лишь 1 дюйма над землей (т.е. над диском) и считывает биты данных, промежутки между которыми равны 3,83 дюйма. Эти биты данных расположены на дорожках, расстояние между которыми составляет всего лишь 1,6 м.

Кроме того, среднестатистическое время поиска (8 мс) определяется как период времени, которое необходимо головке, чтобы переместиться над третьей частью от общего числа дорожек (в данном случае, это составит 902 дорожки). Представьте себе следующее: головка размером с небоскреб должна перемещаться в любую точку зоны шириной 1,5 км (902 дорожки × 1,6 м), для чего ей необходимо развивать среднюю скорость свыше 185 км в секунду.

Скорость перемещения этой гипотетической головки даже трудно себе представить, поэтому я приведу конкретный пример. Диаметр Земли по экватору составляет 12 680 км, т.е. расстояние по орбите вокруг нее на расстоянии одного дюйма будет равно приблизительно 39 840 км. Таким образом, развивая скорость 4 760 км в секунду, эта головка совершит виток вокруг Земли всего за восемь секунд.

Не правда ли, хочется воскликнуть: "Видел чудеса техники, но такие!.."! И действительно, современный жесткий диск — это настоящее чудо техники! Как видите, пример с авиалайнером — лишь жалкое подобие того, что есть на самом деле (не говоря уже о том, что он не вполне корректен с точки зрения физики).

Секторы. Дорожка записи на диске слишком велика, чтобы использовать ее в качестве единицы хранения информации. Во многих накопителях ее емкость превышает 50 000 байт, и отводить такой блок для хранения небольшого файла — крайне расточительно. Поэтому дорожки на диске разбивают на нумерованные отрезки, называемые *секторами*.

Количество секторов может быть разным в зависимости от плотности дорожек и типа накопителя. Например, на дорожке гибких дисков может быть 8–36 секторов, а на дорожке жесткого диска — 17–100 секторов. Секторы, создаваемые с помощью стандартных процедур форматирования, имеют емкость 512 байт, но не исключено, что в будущем эта величина изменится.

Нумерация секторов на дорожке начинается с единицы, в отличие от головок и цилиндров, отсчет которых ведется с нуля. Например, дискета HD (High Density) формата 3,5″ (емкостью 1,44 Мбайт) содержит 80 цилиндров, пронумерованных от 0 до 79, в дисководе установлены две головки (с номерами 0 и 1), и каждая дорожка каждого цилиндра разбита на 18 секторов (1–18).

Как уже было сказано, в начале каждого сектора записывается его *заголовок* (или *префикс — prefix portion*), по которому определяется начало и номер сектора, а в конце — *заключение* (или *суффикс — suffix portion*), в котором находится *контрольная сумма* (*checksum*), необходимая для проверки целостности данных. Помимо указанных областей служебной информации, каждый сектор содержит область данных емкостью 512 байт. При низкоуровневом (физическом) форматировании всем байтам данных присваивается некоторое значение, например F6h. О низкоуровневом форматировании речь пойдет далее в этой главе.

При форматировании диска в начале и конце каждого сектора создаются дополнительные области, в которых записываются их номера, а также прочая служебная информация, позволяющая контроллеру идентифицировать начало и конец сектора. Это позволяет отличать неформатированную и форматированную емкости диска. После форматирования емкость диска уменьшается и с этим приходится мириться, поскольку для обеспечения нормальной работы накопителя некоторое пространство на диске должно быть зарезервировано для служебной информации.

Утверждать, что размер любого сектора равен 512 байт, — не вполне корректно. На самом деле в каждом секторе можно записать 512 байт данных, но область данных — это только часть сектора. Каждый сектор на диске обычно занимает 571 байт, из которых под данные отводится только 512 байт. В различных накопителях пространство, отводимое под заголовки (header) и заключения (trailer), может быть различным, но, как правило, сектор имеет размер 571 байт.

Для наглядности представьте, что секторы — это страницы в книге. На каждой странице содержится текст, но им заполняется не все пространство страницы, так как у нее есть поля (верхнее, нижнее, правое и левое). На полях помещается служебная информация, например названия глав (в нашей аналогии это будет соответствовать номерам дорожек и цилиндров) и номера страниц (что соответствует номерам секторов). Области на диске, аналогичные полям на странице, создаются во время форматирования диска; тогда же в них записывается и служебная информация. Кроме того, во время форматирования диска области данных каждого сектора заполняются фиктивными значениями. Отформатировав диск, в области данных можно будет записать информацию, как обычно. Информация, которая содержится в заголовках и заключениях сектора, не меняется во время обычных операций записи данных. Изменить ее можно только, переформатировав диск.

Во многих случаях, чтобы очистить секторы, в них записываются специальные последовательности байтов. Заметим, что, кроме промежутков внутри секторов, существуют промежутки между секторами на каждой дорожке и между самими дорожками. При этом ни в один

из указанных промежутков нельзя записать "полезные" данные. Префиксы, суффиксы и промежутки — это как раз то пространство, которое представляет собой разницу между неформатированной и форматированной емкостями диска и "теряется" после его форматирования.

В табл. 12.5 в качестве примера приведен формат дорожки и сектора стандартного жесткого диска с 17 секторами на дорожке. (Общее количество байтов в секторе — 571; количество байтов данных в секторе — 512; всего байтов на дорожке — 10 416; количество байтов данных на дорожке — 8 704.)

Таблица 12.5. Стандартный формат дорожки с 17 секторами

Количество байтов	Наименование	Описание
16	POST INDEX GAP (послеиндексный интервал)	Все байты равны 4Eh; записываются в начале дорожки, сразу после индексной метки (маркера)
(Следующие данные (приведенные между двумя линиями таблицы) повторяются 17 раз — в каждом секторе дорожки, записанной по методу MFM)		
13	ID VFO LOCK (захват ГПЧ для считывания идентификатора сектора)	Все байты равны 00h; происходит синхронизация ГПЧ (генератора переменной частоты) перед считыванием идентификатора (ID) сектора
1	SYNC BYTE (байт синхронизации)	A1h; сообщает контроллеру о начале участка ID сектора (о том, что далее следуют данные)
1	ADDRESS MARK (метка адреса)	FEh; отмечает начало поля ID сектора
2	CYLINDER NUMBER (номер цилиндра)	Значение байтов определяет положение привода головок
1	HEAD NUMBER (номер головки)	Значение байта соответствует номеру головки
1	SECTOR NUMBER (номер сектора)	Значение байта соответствует номеру сектора
2	CRC	Контрольные байты CRC для проверки данных ID сектора
3	WRITE TURN-ON GAP (интервал включения записи)	Все байты равны 00h; отделяет ID от сектора данных
13	DATA SYNC VFO LOCK (захват ГПЧ для считывания данных)	Все байты равны 00h; происходит синхронизация ГПЧ перед считыванием данных
1	SYNC BYTE (байт синхронизации)	A1h; сообщает контроллеру о начале области данных
1	ADDRESS MARK (метка адреса)	F8h; отмечает начало области данных
512	DATA (данные)	Область данных
2	CRC	Байты контрольной суммы CRC для проверки достоверности данных
3	WRITE TURN-OFF GAP (интервал отключения записи)	Все байты равны 00h; записывается при обновлении данных для их отделения от прочих участков
15	INTER-RECORD GAP (интервал между записями)	Все байты равны 00h; страховочная зона для защиты данных от стирания при отклонениях частоты вращения диска от номинальной
693	PRE-INDEX GAP (предындексный интервал)	Все байты равны 4Eh; конец дорожки перед индексной меткой (маркером)

Подобные диски были широко распространены в середине 80-х годов. Что же касается современных накопителей, то в них количество секторов на дорожке может достигать 150 (и даже превышать это число), а формат этих секторов может несколько отличаться от приведенного. Из таблицы видно, что "полезный" объем дорожки примерно на 16% меньше возможного. Эти потери характерны для большинства накопителей, но для разных моделей они могут быть различными.

А теперь перейдем к описанию некоторых областей сектора и дорожки записи.

Послеиндексный интервал нужен для того, чтобы при перемещении головки на новую дорожку переходные процессы (установка) закончились до того, как она окажется перед ее первым сектором. В этом случае его можно начать считывать сразу, не дожидаясь, пока диск совершит дополнительный оборот. В некоторых накопителях, работающих с чередованием (interleave) 1:1, упомянутой задержки недостаточно. Дополнительное время можно обеспечить за счет смещения секторов таким образом, чтобы первый сектор дорожки под головкой появлялся с задержкой.

Идентификатор (ID) сектора состоит из полей записи номеров цилиндра, головки и сектора, а также контрольного поля CRC для проверки точности считывания информации ID. В большинстве контроллеров седьмой бит поля номера головки используется для маркировки дефектных секторов в процессе низкоуровневого форматирования или анализа поверхности. Однако такой метод не является стандартным, и в некоторых устройствах дефектные секторы помечаются иначе. Но, как правило, отметка делается в одном из полей ID.

Интервал включения записи следует сразу за байтами CRC; он гарантирует, что информация в следующей области данных будет записана правильно. Кроме того, он служит для завершения анализа CRC (контрольной суммы) идентификатора сектора.

В поле данных можно записать 512 байт информации. За ним располагается еще одно поле CRC для проверки правильности записи данных. В большинстве накопителей размер этого поля CRC составляет два байта, но некоторые контроллеры могут работать и с более длинными полями кодов коррекции ошибок (ECC — Error Correction Code). Записанные в этом поле байты кодов коррекции ошибок позволяют при считывании обнаруживать и исправлять некоторые ошибки. Эффективность этой операции зависит от выбранного метода коррекции и особенностей контроллера. Наличие интервала отключения записи позволяет полностью завершить анализ байтов ECC (CRC).

Интервал между записями необходим для того, чтобы застраховать данные из следующего сектора от случайного стирания при записи в предыдущий сектор. Это может произойти, если при форматировании диск вращался с частотой, несколько меньшей, чем при последующих операциях записи. При этом сектор, естественно, всякий раз будет немного длиннее, и для того чтобы он не выходил за установленные при форматировании границы, их слегка "растягивают", вводя вышеупомянутый интервал. Его реальный размер зависит от разности частот вращения диска при форматировании дорожки и при каждом обновлении данных.

Предындексный интервал необходим для компенсации неравномерности вращения диска вдоль всей дорожки. Размер этого интервала зависит от возможных значений частоты вращения диска и сигнала синхронизации при форматировании и записи.

Информация, записываемая в заголовке сектора, имеет огромное значение, поскольку содержит данные о номере цилиндра, головки и сектора. Все эти сведения (за исключением поля данных, байтов CRC и интервала отключения записи) записываются на диск только при форматировании низкого уровня. В накопителях, в которых привод головок осуществляется от шагового двигателя, в результате колебаний температуры возможны смещения текущих положений дорожек записи от размеченных на диске в процессе форматирования. При этом записываемые "полезные" данные и сопутствующие им поля оказываются расположенными не на одной линии с заголовками сектора. Это приводит к появлению сообщений типа `Abort, Retry, Fail?` во время считывания и записи. Исправить положение можно,

только снова выполнив низкоуровневое форматирование диска. При этом служебная информация и "полезные" данные в секторах окажутся записанными в точном соответствии с новыми положениями дорожек.

Форматирование дисков. Различают два вида форматирования диска:

- физическое, или форматирование *низкого уровня*;
- логическое, или форматирование *высокого уровня*.

При форматировании гибких дисков по команде FORMAT выполняются обе операции, но для жестких дисков эти операции надо выполнять отдельно. Более того, для жесткого диска существует и третий этап, выполняемый между двумя указанными операциями форматирования, — *разбиение диска на разделы*. Создание разделов абсолютно необходимо в том случае, если вы предполагаете использовать на одном компьютере несколько операционных систем. Физическое форматирование всегда выполняется одинаково, независимо от свойств операционной системы и параметров форматирования высокого уровня (которые могут быть различными для разных операционных систем). Это позволяет совмещать несколько операционных систем на одном жестком диске. При организации нескольких разделов на одном накопителе каждый из них может использоваться для работы под управлением своей операционной системы или представлять для DOS отдельный *том* (*volume*), или *логический диск* (*logical drive*). Том, или логический диск, — это то, чему система присваивает буквенное обозначение.

Таким образом, форматирование жесткого диска выполняется в три этапа.

1. Форматирование низкого уровня.
2. Разбиение диска на разделы.
3. Форматирование высокого уровня.

Форматирование низкого уровня. В процессе форматирования низкого уровня дорожки диска разбиваются на секторы. При этом записываются заголовки и заключения секторов (префиксы и суффиксы), а также формируются интервалы между секторами и дорожками. Область данных каждого сектора заполняется фиктивными значениями или специальными тестовыми наборами данных. В накопителях на гибких дисках количество секторов на дорожке определяется типом дискеты и дисковода; количество секторов на дорожке жесткого диска зависит от интерфейса накопителя и контроллера.

В первых контроллерах ST-506/412 при записи по методу MFM дорожки разбивались на 17 секторов, а в контроллерах этого же типа, но с RLL-кодированием количество секторов увеличилось до 25–26. В ESDI-накопителях на дорожке содержится 32 и больше секторов. В IDE-накопителях контроллеры являются встроенными, и, в зависимости от их типа, количество секторов может колебаться в пределах 17–100 и более. SCSI-накопители — это IDE-накопители со встроенным адаптером шины SCSI (контроллер тоже встроенный), поэтому количество секторов на дорожке может быть совершенно произвольным и зависит только от типа установленного контроллера.

Практически во всех IDE- и SCSI-накопителях используется так называемая *зонная запись*, при которой количество секторов на дорожке является переменным. Дорожки, более удаленные от центра, а значит, и более длинные, содержат большее число секторов, чем близкие к центру. Однако BIOS персональных компьютеров не допускает таких вольностей, поэтому с ее точки зрения накопители должны вести себя так, как будто количество секторов на их дорожках является постоянной величиной. Эта проблема решается путем осуществляемого контроллером преобразования данных.

Один из способов повышения емкости жесткого диска заключается в разбиении внешних цилиндров на большее количество секторов по сравнению с внутренними цилиндрами. Теоретически внешние цилиндры могут содержать больше данных, так как имеют большую дли-

ну окружности. Однако в накопителях, в которых не используется метод зонной записи, все цилиндры содержат одинаковое количество данных, несмотря на то что длина окружности у внешних цилиндров может быть вдвое больше, чем у внутренних. И в результате теряется пространство внешних дорожек, так как оно используется крайне неэффективно. Именно так, к сожалению, работают контроллеры ST-506/412 и ESDI.

При зонной записи цилиндры разбиваются на группы, которые называются *зонами*, причем по мере продвижения к внешнему краю диска дорожки разбиваются на все большее число секторов. Во всех цилиндрах, относящихся к одной зоне, количество секторов на дорожках одинаковое. Возможное количество зон зависит от типа накопителя; в большинстве устройств их бывает 10 и более.

Еще одно свойство зонной записи состоит в том, что скорость обмена данными с накопителем может изменяться и зависит от зоны, в которой в конкретный момент располагаются головки. Происходит это потому, что секторов во внешних зонах больше, а угловая скорость вращения диска постоянна (т.е. линейная скорость перемещения секторов относительно головки при считывании и записи данных на внешних дорожках оказывается выше, чем на внутренних).

В накопителях, работающих с внешними по отношению к ним контроллерами, зонную запись организовать нельзя, поскольку не существует стандартного способа передачи информации о зонах от накопителя к контроллеру. В накопителях SCSI и IDE можно разбить отдельные дорожки на различное число секторов, так как в этих устройствах контроллеры являются встроенными. Во встроенных контроллерах реальные номера цилиндров, головок и секторов преобразуются в логические таким образом, чтобы создать видимость того, что все дорожки имеют одинаковое число секторов. Как уже говорилось, такая процедура необходима потому, что BIOS персональных компьютеров рассчитана на работу с единым числом секторов на дорожку по всему накопителю.

Приведем в качестве примера организацию зон в жестком диске Quantum Fireball размером 3,8 Гбайт (табл. 12.6).

Таблица 12.6. Информация о зонах жесткого диска Quantum Fireball

Зона	Дорожек в зоне	Секторов на дорожку	Скорость передачи данных (Мбит/с)
0	454	232	92,9
1	457	229	91,7
2	454	225	90,4
3	454	225	89,2
4	454	214	85,8
5	454	205	82,1
6	454	195	77,9
7	454	185	74,4
8	454	180	71,4
9	454	170	68,2
10	454	162	65,2
11	454	153	61,7
12	454	142	57,4
13	454	135	53,7
14	454	122	49,5

Этот накопитель имеет 6 810 дорожек на каждой поверхности диска; дорожки разделены на 15 зон по 454 в каждой. В нулевой зоне содержится наибольшее количество секторов — 232 на каждую дорожку. Каждая дорожка в этой зоне имеет размер 118 784 байт (116 Кбайт), а дорожка в 14 зоне содержит только 62 464 байта (61 Кбайт). При использовании метода зонной записи каждая поверхность диска уже содержит 1 259 396 секторов, или 644 810 757 байта (614,94 Мбайт). Если не использовать метод зонной записи, то каждая дорожка будет ограничена 122 секторами и, таким образом, каждая поверхность диска будет содержать 830 820 секторов, или 425 379 840 байт (405,67 Мбайт). Выигрыш при использовании метода зонной записи составляет 51,59%.

Метод зонной записи был принят фирмами — производителями жестких дисков, что позволило повысить емкость устройств на 20–50% по сравнению с накопителями, в которых число секторов на дорожке является фиксированным. На сегодняшний день зонная запись используется почти во всех IDE- и SCSI-накопителях.

Организация разделов на диске. При разбиении диска на области, называемые *разделами*, в каждой из них может быть создана файловая система, соответствующая определенной операционной системе. На сегодняшний день в работе операционных систем чаще других используется три файловые системы.

- *FAT (File Allocation Table — таблица размещения файлов)*. Эта файловая система является стандартной для операционных систем DOS, OS/2, Windows 9*x* и Windows NT. В разделах FAT под DOS допустимая длина имен файлов — 11 символов (8 символов собственно имени и 3 символа расширения), а объем тома (логического диска) — до 2 Гбайт. Под Windows 9*x* и Windows NT версии 4.0 и выше допустимая длина имен файлов — 255 символов.
- *FAT 32 (File Allocation Table, 32-bit — 32-разрядная таблица размещения файлов)*. Эта файловая система используется с Windows 95 OSR2 (OEM Service Release 2), Windows 98 и Windows NT 5.0. В таблицах FAT 32 ячейкам размещения соответствуют 32-разрядные числа. При такой файловой структуре объем тома (логического диска) может достигать 2 Тбайт (2 048 Гбайт).
- *NTFS (Windows NT File System — файловая система Windows NT)*. Эта файловая система доступна только в Windows NT. DOS не может обращаться к разделам NTFS, но DOS-приложения, выполняющиеся под Windows NT, могут. Длина имен файлов составляет до 256 символов, а максимальный размер тома — 8 Гбайт.

Форматирование высокого уровня. При форматировании высокого уровня операционная система (Windows 9*x*, Windows NT или DOS) создает структуры для работы с файлами и данными. В каждый раздел (логический диск) заносится загрузочный сектор тома (VBS — Volume Boot Sector), таблица размещения файлов (FAT) и корневой каталог (Root Directory). С помощью этих структур данных операционная система распределяет дисковое пространство, отслеживает расположение файлов и даже "обходит", во избежание проблем, дефектные участки на диске.

В сущности, форматирование высокого уровня — это не столько форматирование, сколько создание оглавления диска и таблицы размещения файлов. "Настоящее" форматирование — это форматирование низкого уровня, при котором диск разбивается на дорожки и секторы. С помощью DOS-команды FORMAT для гибкого диска осуществляются сразу оба типа форматирования, а для жесткого диска — только форматирование высокого уровня. Чтобы выполнить низкоуровневое форматирование жесткого диска, необходима специальная утилита, обычно предоставляемая фирмой — производителем диска.

Основные узлы накопителей на жестких дисках

Существует много различных типов накопителей на жестких дисках, но практически все они состоят из одних и тех же основных узлов. Конструкции этих узлов, а также качество материалов, из которых они сделаны, могут быть различными, но основные их рабочие характеристики и принципы работы одинаковы. К основным элементам конструкции типичного накопителя на жестком диске (рис. 12.5) относятся следующие:

- диски;
- головки чтения/записи;
- механизм привода головок;
- двигатель привода дисков;
- печатная плата со схемами управления;
- кабели и разъемы;
- элементы конфигурации (перемычки и переключатели).

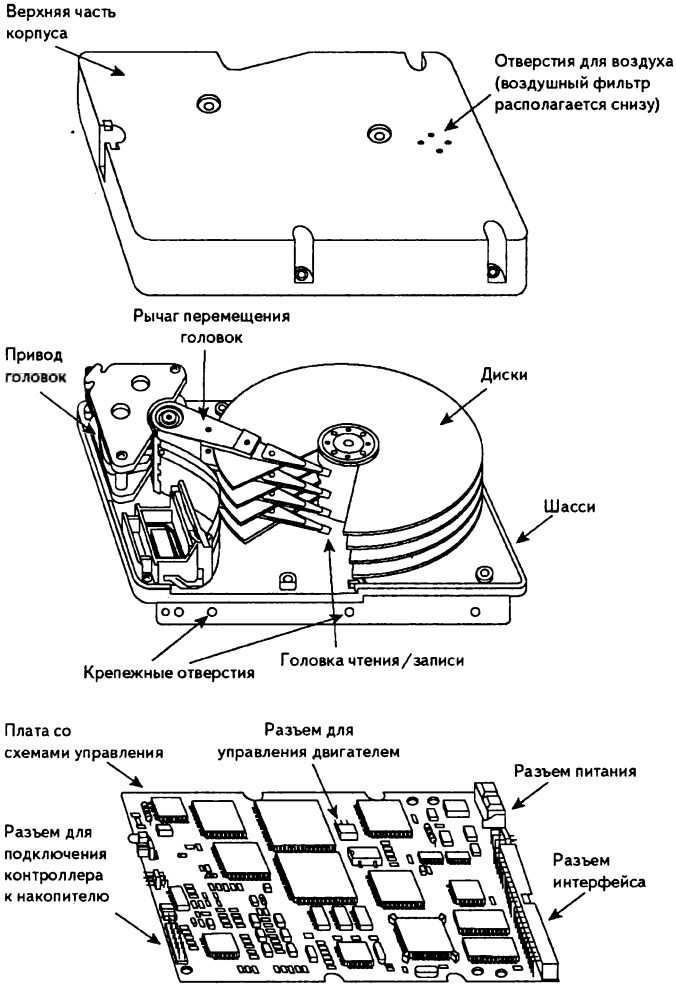


Рис. 12.5. Основные узлы накопителя на жестком диске

Диски, двигатель привода дисков, головки и механизм привода головок обычно размещаются в герметичном корпусе, который называется *HDA* (*Head Disk Assembly — блок головок и дисков*). Обычно этот блок рассматривается как единый узел; его почти никогда не вскрывают. Прочие узлы, не входящие в блок HDA, — печатная плата, лицевая панель, элементы конфигурации и монтажные детали — являются съемными.

Диски. Обычно в накопителе содержится один или несколько магнитных *дисков*. За прошедшие годы определилось несколько стандартных размеров накопителей, которые определяются, в основном, размерами дисков. Самыми распространенными на сегодняшний день являются устройства с дисками следующих диаметров:

- 5,25″ (на самом деле — 130 мм, или 5,12″);
- 3,5″ (на самом деле — 95 мм, или 3,74″);
- 2,5″;
- 1,8″.

Существуют также накопители с дисками бо́льших размеров, например 8″, 14″ и даже больше, но, как правило, эти устройства в персональных компьютерах не используются. Сейчас в настольных и некоторых портативных моделях чаще всего устанавливаются накопители формата 3,5″, а малогабаритные устройства (формата 2,5″ и меньше) — в портативных системах. Эти миниатюрные устройства просто поражают воображение: на сегодня их емкость достигает 1–4 Гбайт, а к 2000 году ее предполагается довести до 20 Гбайт! Представьте себя прогуливающимся с чемоданчиком с портативным компьютером, в котором установлен жесткий диск на 20 Гбайт.

В большинстве накопителей устанавливается минимум два диска, хотя в некоторых малых моделях бывает и по одному. Количество дисков ограничивается физическими размерами накопителя, а именно — высотой его корпуса. Самое большое количество дисков в накопителях формата 3,5″, с которым мне приходилось встречаться, равно 11.

Раньше почти все диски производились из алюминиевого сплава, довольно прочного и легкого. Но со временем возникла потребность в накопителях, в которых сочетались бы малые размеры и большая емкость. Поэтому в качестве основного материала для дисков стало использоваться стекло, а точнее — композитный материал на основе стекла и керамики. Один из таких материалов называется *MemCor* и производится фирмой Dow Corning. MemCor значительно прочнее, чем каждый из его компонентов в отдельности.

Стеклянные диски отличаются большей прочностью и жесткостью, поэтому их можно сделать в два раза тоньше алюминиевых (а иногда еще тоньше). Кроме того, они менее восприимчивы к перепадам температур, т.е. их размеры при нагреве и охлаждении изменяются весьма незначительно. В настоящее время в некоторых накопителях, выпускаемых такими фирмами, как Seagate, Toshiba, Areal Technology, Maxtor и Hewlett-Packard, уже используются стеклянные или стеклокерамические диски. А в ближайшие годы большинство фирм-производителей перейдет на выпуск стеклянных дисков, которые заменят стандартные алюминиевые. В первую очередь, это касается высокопроизводительных накопителей форматов 2,5″ и 3,5″.

Рабочий слой диска. Независимо от того, какой материал используется в качестве основы диска, он покрывается тонким слоем вещества, способного сохранять остаточную намагниченность после воздействия внешнего магнитного поля. Этот слой называется *рабочим*, или *магнитным*, и именно в нем сохраняется записанная информация. Самыми распространенными являются два типа рабочего слоя:

- оксидный;
- тонкопленочный.

Оксидный слой представляет собой полимерное покрытие с наполнителем из окиси железа. Наносят его следующим образом. Сначала на поверхность быстро вращающегося алюминиевого диска разбрызгивается суспензия порошка оксида железа в растворе полимера. За счет действия центробежных сил она равномерно растекается по поверхности диска от его центра к внешнему краю. После полимеризации раствора поверхность шлифуется. Затем на нее наносится еще один слой чистого полимера, обладающего достаточной прочностью и низким коэффициентом трения, и диск окончательно полируется. Если вам удастся заглянуть внутрь накопителя с такими дисками, то вы увидите, что они коричневого или желтого цвета.

Чем выше емкость накопителя, тем более тонким и гладким должен быть рабочий слой дисков. Но добиться качества покрытия, необходимого для накопителей большой емкости, в рамках традиционной технологии оказалось невозможным. Поскольку оксидный слой довольно мягкий, он крошится при "столкновениях" с головками (например, при случайных сотрясениях накопителя). Диски с таким рабочим слоем использовались с 1955 года, и продержались они так долго благодаря простоте технологии и низкой стоимости. Однако в современных моделях накопителей они полностью уступили место тонкопленочным дискам.

Тонкопленочный рабочий слой имеет меньшую толщину, он прочнее, и качество его покрытия гораздо выше. Эта технология легла в основу производства накопителей нового поколения, в которых удалось существенно уменьшить величину зазора между головками и поверхностями дисков, что позволило повысить плотность записи. Сначала тонкопленочные диски использовались только в высококачественных накопителях большой емкости, но сейчас они применяются практически во всех накопителях.

Термин *тонкопленочный рабочий слой* очень удачен, так как это покрытие гораздо тоньше, чем оксидное. Тонкопленочный рабочий слой называют также *гальванизированным*, или *напыленным*, поскольку наносить тонкую пленку на поверхность дисков можно по-разному.

Тонкопленочный гальванизированный рабочий слой получают путем электролиза. Это происходит почти так же, как при хромировании бампера автомобиля. Алюминиевую подложку диска последовательно погружают в ванны с различными растворами, в результате чего она покрывается несколькими слоями металлической пленки. Рабочим слоем служит слой из сплава кобальта толщиной всего около 3 микродюймов (приблизительно 0,08 мкм).

Метод напыления рабочего слоя заимствован из полупроводниковой технологии. Суть его сводится к тому, что в специальных вакуумных камерах вещества и сплавы вначале переводятся в газообразное состояние, а затем осаждаются на подложку. На алюминиевый диск сначала наносится слой фосфорита никеля, а затем — магнитный кобальтовый сплав. Его толщина при этом оказывается равной всего 1–2 микродюйма (0,025–0,05 мкм). Аналогично поверх магнитного слоя на диск наносится очень тонкое (порядка 0,025 мкм) углеродное защитное покрытие, обладающее исключительной прочностью. Данный процесс является самым дорогостоящим из всех описанных выше, так как для его проведения необходимы условия, приближенные к полному вакууму.

Как уже отмечалось, толщина магнитного слоя, полученного методом напыления, составляет около 0,025 мкм. Его поверхность является исключительно гладкой, что позволяет сделать зазор между головками и поверхностями дисков гораздо меньшим, чем это было возможно раньше (0,076 мкм). Чем ближе к поверхности рабочего слоя располагается головка, тем выше плотность расположения зон смены знака на дорожке записи и, следовательно, тем выше плотность диска. Кроме того, при увеличении напряженности магнитного поля по мере приближения головки к магнитному слою увеличивается амплитуда сигнала; в результате соотношение "сигнал–шум" становится более благоприятным.

И при гальваническом осаждении, и при напылении рабочий слой получается очень тонким и прочным. Поэтому вероятность "выживания" головок и дисков в случае их контакта друг с другом на большой скорости существенно повышается. И действительно, современные накопители с дисками, имеющими тонкопленочные рабочие слои, практически не выходят из

строя при вибрациях и сотрясениях. Оксидные покрытия в этом отношении гораздо менее надежны. Если бы вы смогли заглянуть внутрь корпуса накопителя, то увидели бы, что тонкопленочные покрытия дисков напоминают серебристые поверхности зеркал.

Самое тонкое и прочное покрытие получается в процессе напыления, поэтому гальванический метод в последнее время применяется все реже. Но, в любом случае, устройства, в которых установлены диски с тонкопленочными покрытиями, обладают большей емкостью, более надежны и могут безотказно служить годами.

Головки чтения/записи. В накопителях на жестких дисках для каждой из сторон каждого диска предусмотрена своя собственная головка чтения/записи. Все головки смонтированы на общем подвижном каркасе и перемещаются одновременно.

Конструкция каркаса с головками довольно проста. Каждая головка установлена на конце рычага на пружине, слегка прижимающего ее к диску. Мало кто знает о том, что диск как бы зажат между парой головок (сверху и снизу). И если бы это не повлекло за собой никаких последствий, можно было бы провести небольшой эксперимент: открыть накопитель и приподнять пальцем верхнюю головку. Как только бы вы ее отпустили, она вернулась бы в первоначальное положение (то же самое произошло бы и с нижней головкой).

На рис. 12.6 показана стандартная конструкция механизма привода головок с подвижной катушкой.

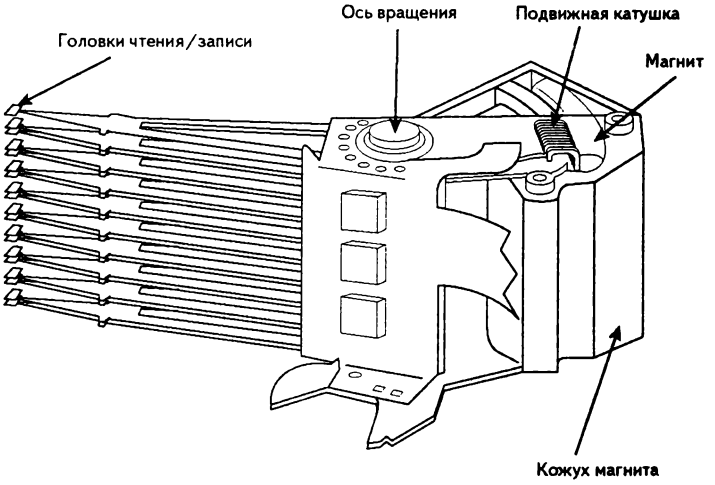


Рис. 12.6. Головки чтения/записи и поворотный привод с подвижной катушкой

Когда накопитель выключен, головки касаются дисков под действием пружин. При раскручивании дисков аэродинамическое давление под головками повышается, и они отрываются от рабочих поверхностей ("взлетают"). Когда диск вращается на полной скорости, зазор между ним и головками может составлять 3–20 микродюймов (0,08–0,5 мкм) и даже больше.

В начале 60-х годов величина зазора между диском и головками составляла 200–300 микродюймов (5–8 мкм); в современных накопителях она находится в пределах 3–5 микродюймов (0,08–0,12 мкм). К концу века, по всей видимости, она уменьшится до 0,5 микродюйма (0,01–0,015 мкм).

Внимание!

Общая тенденция такова: чем раньше был выпущен накопитель и чем меньше его емкость, тем больше зазор между головками и поверхностями дисков. Именно из-за малого размера этого зазора блок HDA можно вскрывать только в абсолютно чистых помещениях: любая пылинка, попавшая в зазор, может привести к ошибкам при считывании данных и даже к столкновению головок с дисками на полном ходу. В последнем случае может быть повреждена или головка, или диск, что одинаково неприятно.

Именно из этих соображений сборка блоков HDA выполняется только в чистых помещениях, соответствующих требованиям класса 100 (или даже более высоким требованиям). Это означает, что в одном кубическом футе воздуха может присутствовать не более 100 пылинок размером до 0,5 мкм. Для сравнения: стоящий неподвижно человек каждую минуту выдыхает порядка 500 таких частиц! Поэтому вышеупомянутые помещения оснащаются специальными системами фильтрации и очистки воздуха. Блоки HDA можно вскрывать только в таких условиях.

Поддержка столь стерильных условий стоит немалых денег. Некоторые фирмы выпускают "чистые цеха" в настольном исполнении. Стоят они всего несколько тысяч долларов и выглядят, как большие ящики с прозрачными стенками, в которые вмонтированы перчатки для рук оператора. Прежде чем приступить к работе, оператор должен вставить в ящик устройство и все необходимые инструменты, затем закрыть ящик и включить систему фильтрации. Через некоторое время можно будет начинать разборку и прочие манипуляции с накопителем.

Существуют и другие способы создания стерильных условий. Представьте себе, например, монтажный стол, отгороженный от окружающего пространства воздушной завесой, причем непосредственно на рабочее место под давлением постоянно подается очищенный воздух. Это напоминает устанавливаемые на зиму в дверях магазинов "занавески" из горячего воздуха, которые не мешают проходу, но и не дают теплу из помещения выйти наружу.

Поскольку подобное оборудование стоит довольно дорого, за ремонт накопителей на жестких дисках обычно берутся только те фирмы, которые их производят.

Конструкции головок чтения/записи. По мере развития технологии производства дисковых накопителей совершенствовались и конструкции головок чтения/записи. Первые головки представляли собой сердечники с обмоткой (электромагниты). По современным меркам их размеры были огромными, а плотность записи — чрезвычайно низкой. За прошедшие годы конструкции головок прошли долгий путь развития от первых головок с ферритовыми сердечниками до современных типов.

В данном разделе будут описаны типы головок, применяемые в накопителях на жестких дисках.

Чаще всего используются головки следующих четырех типов:

- ферритовые;
- с металлом в зазоре (MIG);
- тонкопленочные (TF);
- магниторезистивные (MR).

Ферритовые головки. Классические *ферритовые головки* впервые были использованы в накопителе Winchester фирмы IBM. Их сердечники делаются на основе прессованного феррита (на основе окиси железа). Магнитное поле в зазоре возникает при протекании через обмотку электрического тока. В свою очередь, при изменениях напряженности магнитного поля вблизи зазора в обмотке наводится электродвижущая сила. Таким образом, головка является универсальной, т.е. может использоваться как для записи, так и для считывания. Размеры и масса ферритовых головок больше, чем у тонкопленочных; поэтому, чтобы предотвратить их нежелательные контакты с поверхностями дисков, приходится увеличивать зазор.

За время своего существования первоначальная (монолитная) конструкция ферритовых головок была значительно усовершенствована. Были разработаны, в частности, так называемые *стеклоферритовые (композитные) головки*, небольшой ферритовый сердечник которых установлен в керамический корпус. Ширина сердечника и магнитного зазора таких головок меньше, что позволяет повысить плотность размещения дорожек записи. Кроме того, снижается их чувствительность к внешним магнитным помехам.

В 80-х годах стеклоферритовые головки широко использовались в дешевых накопителях, таких, например, как ST-225 фирмы Seagate. По мере увеличения емкости накопителей ферритовые головки были полностью вытеснены другими разновидностями. Ферритовые головки непригодны для записи на носители с большой коэрцитивной силой, их частотная характеристика ограничена, а чувствительность низка (плохое соотношение "сигнал–шум"). Главное достоинство ферритовых головок — их дешевизна.

Головки с металлом в зазоре. *Головки с металлом в зазоре* (*MIG — Metal-In-Gap*) появились в результате усовершенствования конструкции композитной ферритовой головки. В MIG-головках магнитный зазор, расположенный в задней части сердечника, заполнен металлом. Благодаря этому существенно уменьшается склонность материала сердечника к магнитному насыщению, что позволяет повысить магнитную индукцию в рабочем зазоре и, следовательно, выполнить запись на диск с большей плотностью. Кроме того, градиент магнитного поля, создаваемого MIG-головкой, выше, а это означает, что на поверхности диска формируются намагниченные участки с более четко выраженными границами (уменьшается ширина зон смены знака). Эти головки позволяют использовать носители с большой коэрцитивной силой и тонкопленочным рабочим слоем. За счет уменьшения общей массы и улучшения конструкции такие головки могут располагаться ближе к поверхности носителя.

Существуют две разновидности MIG-головок: односторонняя и двусторонняя (т.е. с одним и с двумя металлизированными зазорами). В односторонних головках прослойка из магнитного сплава расположена только в заднем (нерабочем) зазоре, а в двусторонних — в обоих. Слой металла наносится методом *вакуумного напыления*. Индукция насыщения магнитного сплава примерно вдвое больше, чем у феррита, что, как уже говорилось, позволяет осуществлять запись на носители с большой коэрцитивной силой, которые используются в накопителях высокой емкости. Двусторонние головки в этом отношении лучше односторонних.

Благодаря своим неоспоримым преимуществам некоторое время назад MIG-головки полностью заменили традиционные ферритовые головки в высококачественных накопителях. Но все возрастающие требования к емкости жестких дисков привели к тому, что и их сейчас постепенно вытесняют тонкопленочные головки.

Тонкопленочные головки. *Тонкопленочные* (*TF — Thin Film*) головки производятся почти по той же технологии, что и интегральные схемы, т.е. путем фотолитографии. На одной подложке можно "напечатать" сразу несколько тысяч головок, которые получаются в результате маленькими и легкими.

Рабочий зазор в TF-головках можно сделать очень узким, причем его ширина регулируется в процессе производства путем наращивания дополнительных слоев немагнитного алюминиевого сплава. Алюминий полностью заполняет рабочий зазор и хорошо защищает его от повреждений (сколов краев) при случайных контактах с диском. Собственно сердечник делается из сплава железа и никеля, индукция насыщения которого в 2–4 раза больше, чем у феррита.

Формируемые TF-головками участки остаточной намагниченности на поверхности диска имеют четко выраженные границы, что позволяет добиться очень высокой плотности записи. Небольшой вес и малые размеры головок позволяют значительно уменьшить просвет между ними и поверхностями дисков по сравнению с ферритовыми и MIG-головками: в некоторых накопителях его величина не превышает 0,05 мкм. В результате, во-первых, повышается остаточная намагниченность участков поверхности носителя и, во-вторых, увеличивается амплитуда сигнала и улучшается соотношение "сигнал–шум" в режиме считывания, что в итоге

сказывается на достоверности записи и считывания данных. При тех плотностях расположения дорожек и размещения данных вдоль дорожки, которые характерны для современных накопителей, сигнал воспроизведения с обычной ферритовой головки просто "потерялся" бы в шумах и помехах. Наконец, благодаря небольшой высоте TF-головок при тех же размерах корпуса накопителя удается установить большее количество дисков.

До недавнего времени TF-головки были существенно дороже остальных. Усовершенствование технологии производства и повышение требований к емкости накопителей привели, с одной стороны, к снижению стоимости TF-головок, которая стала сопоставимой с ценой ферритовых и MIG-головок, а иногда и более низкой, а с другой — к их более широкому распространению.

В настоящее время TF-головки используются в большинстве накопителей высокой емкости, особенно в малогабаритных моделях, практически вытеснив MIG-головки. Их конструкция и характеристики постоянно улучшаются, и, по-видимому, в течение нескольких лет они останутся самыми распространенными головками, особенно в накопителях для массового потребителя.

Магниторезистивные головки. *Магниторезистивные* (*MR — Magneto-Resistive*) головки появились сравнительно недавно. Они разработаны фирмой IBM и позволяют добиться самых высоких значений плотности записи и быстродействия накопителей. В большинстве накопителей формата 3,5″, емкость которых превышает 1 Гбайт, используются именно такие головки. По мере повышения поверхностной плотности записи сфера применения MR-головок будет расширяться, и они постепенно вытеснят головки TF и MIG.

Работа MR-головок основывается на том обстоятельстве, что сопротивление проводника незначительно изменяется под воздействием внешнего магнитного поля. При прохождении обычной головки над зоной смены знака на выходах обмотки формируется импульс напряжения. Иначе обстоит дело при считывании данных с помощью MR-головки. Ее сопротивление оказывается различным при прохождении над участками с разным значением остаточной (постоянной) намагниченности. Через головку протекает небольшой постоянный измерительный ток, и при изменении сопротивления изменяется и падение напряжения на ней. Амплитуда выходного сигнала у такой головки оказывается примерно в три раза больше, чем у тонкопленочной.

MR-головки дороже и сложнее головок других типов, поскольку в их конструкции есть добавочные элементы, а технологический процесс включает несколько дополнительных этапов. Ниже перечислены основные отличия MR-головок от обычных:

- к MR-головкам должны быть подведены дополнительные провода для подачи измерительного тока на резистивный датчик;
- в процессе производства используется 4–6 дополнительных масок (фотошаблонов);
- благодаря высокой чувствительности MR-головки более восприимчивы к внешним магнитным полям, поэтому их приходится тщательно экранировать.

Поскольку на основе магниторезистивного эффекта можно построить только считывающее устройство, MR-головка на самом деле — это две головки, объединенные в *одну конструкцию*. При этом записывающая часть представляет собой обычную индуктивную тонкопленочную головку, а считывающая — магниторезистивную. Поскольку функции считывания и записи разделены между двумя отдельными узлами, каждый из них может быть спроектирован так, чтобы наилучшим образом выполнять предусмотренную операцию. Во всех рассмотренных ранее головках в процессе записи и считывания "работал" один и тот же зазор, а в MR-головке их два — каждый для своей операции.

При разработке головок с одним рабочим зазором приходится идти на компромисс при выборе его ширины. Дело в том, что для улучшения параметров головки в режиме считыва-

ния нужно уменьшать ширину зазора (для увеличения разрешающей способности), а при записи зазор должен быть шире, поскольку при этом магнитный поток проникает в рабочий слой на большую глубину ("намагничивая" его по всей толщине). В MR-головках с двумя зазорами каждый из них может быть сделан оптимальной ширины. Еще одна особенность рассматриваемых головок заключается в том, что их записывающая (тонкопленочная) часть формирует на диске более широкие дорожки, чем это необходимо для работы считывающего узла (магниторезистивного). В данном случае считывающая головка "собирает" с соседних дорожек меньше магнитных помех.

При всех своих положительных качествах MR-головки не лишены и некоторых недостатков. На сегодняшний день их стоимость достаточно высока. Пока, правда, это обстоятельство не имеет существенного значения, так как MR-головки устанавливаются в накопителях очень большой емкости, цена которых не является решающим фактором. Еще один недостаток MR-головок заключается в их большей чувствительности ко внешним воздействиям (в частности, к электростатическим разрядам). Поэтому в процессе производства головок и накопителей приходится принимать дополнительные меры предосторожности. И, наконец, при разработке накопителей необходимо учитывать более высокую чувствительность головок рассматриваемого типа к магнитным помехам и более тщательно их экранировать. Однако, в конечном счете, недостатки MR-головок с лихвой покрываются их достоинствами.

Ползунок. *Ползунком* называется деталь конструкции, благодаря которой головка поддерживается в подвешенном положении на нужном расстоянии от поверхности диска. Сам ползунок при этом тоже не соприкасается с поверхностью носителя. В большинстве случаев эта деталь по форме напоминает катамаран с двумя боковыми "поплавками" и центральной "рулевой рубкой" — магнитной головкой.

Тенденция к постоянному уменьшению размеров накопителей приводит к тому, что все их составные части, в том числе и ползунки, тоже уменьшаются. Например, в стандартном мини-винчестере его размер равен 0,160×0,126×0,034 дюймов (4×3,2×0,86 мм). Сейчас в большинстве накопителей высокой емкости и малогабаритных моделях используются ползунки меньших размеров: 0,08×0,063×0,017 дюймов (2×1,6×0,43 мм). Уменьшение размеров ползунка приводит к снижению массы подвижной системы, состоящей из головки, ползунка и рычага перемещения головки. Это, в свою очередь, позволяет перемещать их с большими ускорениями, т.е. уменьшить время перехода с одной дорожки на другую и в итоге — время доступа к данным. Кроме того, при этом можно уменьшить размеры зоны парковки головок (посадочной полосы) и, соответственно, увеличить полезную площадь дисков. Наконец, благодаря меньшей площади контактной поверхности ползунка уменьшается неизбежный износ поверхности носителя в процессе раскручивания и остановки дисков.

В новейших конструкциях ползунков их нижней стороне придается специальная форма, благодаря которой высота "полета" головок над поверхностью диска (величина воздушного просвета) поддерживается примерно одинаковой при работе как на внешних, так и на внутренних цилиндрах. При использовании обычных ползунков просвет между головкой и рабочим слоем диска существенно изменяется при переходе от внешних дорожек к внутренним и наоборот. Это связано с различиями в линейных скоростях разных участков поверхности диска относительно головок (линейная скорость зависит от радиуса вращения). Чем выше скорость, тем больше величина просвета. Такой эффект крайне нежелателен, особенно в новых накопителях с зонной записью, в которых линейные плотности записи (вдоль дорожек) одинаковы на всех цилиндрах. В этом случае для нормального считывания и записи величина воздушного просвета между головкой и рабочим слоем диска должна оставаться постоянной. Эту проблему можно решить, придав поверхностям ползунков специальную форму, что и делается в накопителях с зонной записью.

Механизмы привода головок. Пожалуй, еще более важной деталью накопителя, чем сами головки, является механизм, который устанавливает их в нужное положение и называется *приводом головок*. Именно с его помощью головки перемещаются от центра диска к его краям и устанавливаются на заданный цилиндр. Существует много конструкций механизмов привода головок, но их можно разделить на два основных типа:

- с шаговым двигателем;
- с подвижной катушкой.

Тип привода во многом определяет быстродействие и надежность накопителя, достоверность считывания данных, его температурную стабильность, чувствительность к выбору рабочего положения и вибрациям. Скажем сразу, что накопители с приводами на основе шаговых двигателей гораздо менее надежны, чем устройства с приводами от подвижных катушек.

Привод — это самая важная деталь накопителя. В табл. 12.7 приведены два типа привода головок накопителя на жестких дисках и показана зависимость характеристик устройства от конкретного типа привода.

Таблица 12.7. Зависимость характеристик накопителей от типа привода

Характеристика	Привод с шаговым двигателем	Привод с подвижной катушкой
Время доступа к данным	Большое	Малое
Стабильность температуры	Низкая (очень!)	Высокая
Чувствительность к выбору рабочего положения	Всегда	Нет
Автоматическая парковка головок	Не всегда	Да
Профилактическое обслуживание	Периодическое переформатирование	Не требуется
Общая надежность (относительная)	Низкая	Высокая

Итак, у накопителей с приводом на основе шагового двигателя средняя скорость доступа к данным достаточно низка (т.е. большое время доступа), они чувствительны к колебаниям температуры и выбору рабочего положения во время операций чтения и записи, в них не осуществляется автоматическая парковка головок (т.е. перемещение их на безопасную "посадочную полосу" при выключении питания). Кроме того, обычно один или два раза в год их приходится переформатировать, чтобы привести реальное расположение зон записи в соответствие с разметкой заголовков секторов. Вполне очевидно, что накопители с приводом головок от шаговых двигателей во всех отношениях уступают устройствам, в которых используются приводы с подвижными катушками.

В некоторых накопителях с шаговыми двигателями последних лет выпуска при выключении питания осуществляется автоматическая парковка головок. И если у вас именно такой накопитель, в технической документации вы можете прочитать, предусмотрена ли в нем такая возможность. (Только не вздумайте открывать крышку накопителя и проверять, что происходит во время выключения питания. Читайте документацию!) Иногда при выключении питания компьютера раздается характерный звук, но он не всегда связан с перемещением головок в безопасную зону: в некоторых накопителях для остановки дисков используется тормоз с приводом от электромагнитной катушки, и именно это устройство издает упомянутый звук.

В накопителях на гибких дисках для перемещения головок используется привод с шаговым двигателем. Его точность оказывается вполне достаточной для дисководов этого типа, поскольку плотность дорожек записи на гибких дисках значительно ниже, чем в накопителях на жестких дисках. Во многих дешевых устройствах с жесткими дисками малой емкости используется такой же привод. Но в большинстве накопителей емкостью более 40 Мбайт и во всех накопителях емкостью более 100 Мбайт (т.е. во всех выпускаемых на сегодняшний день моделях) устанавливаются приводы с подвижными катушками.

Шаговые двигатели. *Шаговый двигатель* — это электродвигатель, ротор которого может поворачиваться только ступенчато, т.е. на строго определенный угол. Если покрутить его вал вручную, то можно услышать негромкие щелчки (или треск при быстром вращении), которые возникают всякий раз, когда ротор проходит через очередное фиксированное положение. При этом возникает примерно такое же ощущение, как при вращении ручек регуляторов громкости в некоторых стереосистемах, в которых для этих целей используется не обычный переменный резистор с линейным перемещением движка, а переключатель с большим количеством дискретных положений.

Шаговые двигатели могут устанавливаться только в фиксированных положениях. Размеры этих двигателей невелики (порядка нескольких сантиметров), а форма может быть разной — прямоугольной, цилиндрической и т.д. Шаговый двигатель устанавливается вне блока HDA, но его вал проходит внутрь через отверстие с герметизирующей прокладкой. Обычно двигатель располагается у одного из углов корпуса накопителя и его можно легко узнать.

Одной из самых серьезных проблем, характерных для механизмов с шаговыми двигателями, является их нестабильность температур. При нагреве и охлаждении диски расширяются и сжимаются, в результате чего дорожки смещаются относительно своих прежних положений. Поскольку механизм привода головок не позволяет сдвинуть их на расстояние, меньшее, чем один шаг (переход на одну дорожку), компенсировать эти погрешности температур невозможно. Головки перемещаются в соответствии с поданным на шаговый двигатель количеством импульсов.

Привод с подвижной катушкой. *Привод с подвижной катушкой* используется практически во всех высококачественных современных накопителях. В отличие от систем с шаговыми двигателями, в которых перемещение головок осуществляется вслепую, в приводе с подвижной катушкой используется сигнал обратной связи, чтобы можно было точно определить положения головок относительно дорожек и скорректировать их в случае необходимости. Такая система позволяет обеспечить более высокое быстродействие, точность и надежность, чем традиционный привод с шаговым двигателем.

Привод с подвижной катушкой работает по принципу электромагнетизма. Его конструкция напоминает конструкцию обычного громкоговорителя. Как известно, в громкоговорителе подвижная катушка, соединенная с диффузором, может перемещаться в зазоре постоянного магнита. При протекании через катушку электрического тока она смещается вместе с диффузором относительно постоянного магнита. Если ток в катушке периодически изменяется (в соответствии со звуковым электрическим сигналом), то возникающие при этом колебания диффузора порождают воспринимаемый человеком звук. В типичной конструкции привода подвижная катушка жестко соединяется с блоком головок и размещается в поле постоянного магнита. Катушка и магнит никак не связаны между собой; перемещение катушки осуществляется только под воздействием электромагнитных сил. При появлении в катушке электрического тока она так же, как и в громкоговорителе, смещается относительно жестко закрепленного постоянного магнита, передвигая при этом блок головки. Подобный механизм оказывается весьма быстродействующим и не столь шумным, как привод с шаговым двигателем.

В отличие от привода с шаговым двигателем, в устройствах с подвижной катушкой нет заранее зафиксированных положений. Вместо этого в них используется специальная система наведения (позиционирования), которая точно подводит головки к нужному цилиндру (по этой причине привод с подвижной катушкой может плавно перемещать головки в любые положения). Эта система

называется *сервоприводом*, и основное ее отличие от ранее рассмотренной состоит в том, что для точного наведения (позиционирования) головок используется сигнал обратной связи, несущий информацию о реальном взаимном расположении дорожек и головок. Эту систему часто называют *системой с обратной связью* (или *с автоматической регулировкой*).

Колебания температур не сказываются на точности работы привода с подвижной катушкой и обратной связью. При сжатии и расширении дисков все изменения их размеров отслеживаются сервоприводом, и положения головок (не будучи предопределенными) корректируются должным образом. Для поиска конкретной дорожки используется заранее записанная на диске вспомогательная информация (сервокод) и в процессе работы всегда определяется реальное положение цилиндра на диске с учетом всех отклонений температур. Поскольку сервокод считывается непрерывно, в процессе нагрева накопителя и расширения дисков, например, головки отслеживают дорожку, и проблем со считыванием данных не возникает. Поэтому привод с подвижной катушкой и обратной связью часто называют *системой слежения за дорожками*.

Механизмы привода головок с подвижной катушкой бывают двух типов:

- линейный;
- поворотный.

Эти типы отличаются только физическим расположением магнитов и катушек.

Линейный привод (рис. 12.7) перемещает головки по прямой линии, строго вдоль линии радиуса диска. Катушки располагаются в зазорах постоянных магнитов. Главное достоинство линейного привода состоит в том, что при его использовании не возникают азимутальные погрешности, характерные для поворотного привода. (Под *азимутом* понимается угол между плоскостью рабочего зазора головки и направлением дорожки записи.) При перемещении головок с одного цилиндра на другой они не поворачиваются, и их азимут не изменяется.

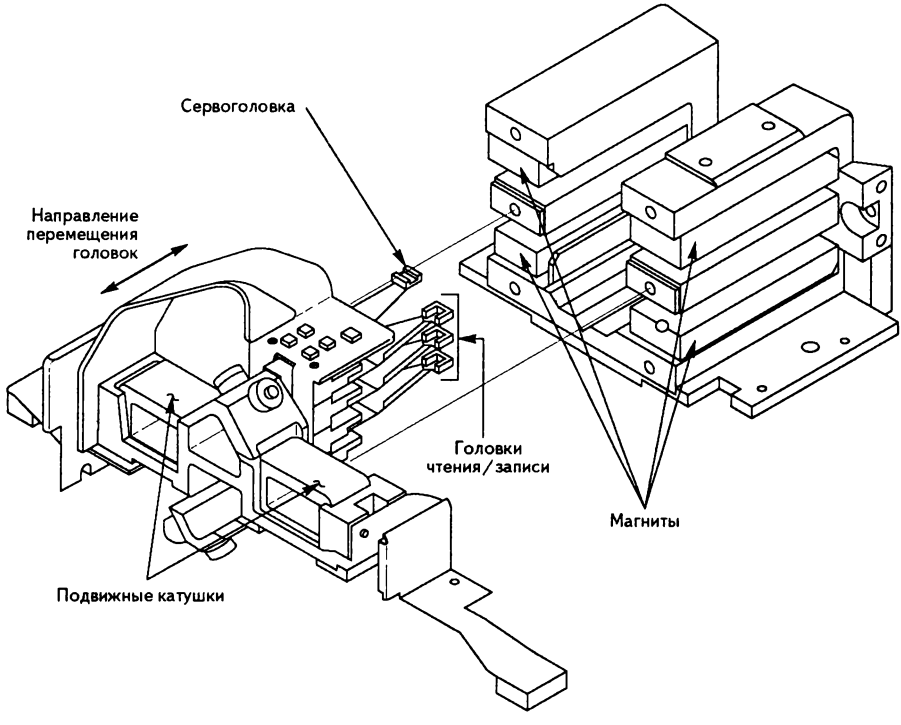


Рис. 12.7. Линейный привод с подвижной катушкой

Однако у линейного привода есть существенный недостаток: его конструкция слишком массивна. Чтобы повысить производительность накопителя, нужно снизить массу приводного механизма и самих головок. Чем легче механизм, тем с большими ускорениями он может перемещаться с одного цилиндра на другой. Линейные приводы намного тяжелее поворотных, поэтому в современных накопителях они не используются.

Поворотный привод (см. рис. 12.6) работает по тому же принципу, что и линейный, но в нем к подвижной катушке крепятся концы рычагов головок. При движении катушки относительно постоянного магнита рычаги перемещения головок поворачиваются, передвигая головки к оси или к краям дисков. Благодаря небольшой массе такая конструкция может двигаться с большими ускорениями, что позволяет существенно сократить время доступа к данным. Быстрому перемещению головок способствует и тот факт, что плечи рычагов делаются разными — то, на котором смонтированы головки, имеет большую длину.

К недостаткам этого привода следует отнести то, что головки при перемещении от внешних цилиндров к внутренним поворачиваются, и угол между плоскостью магнитного зазора головки и направлением дорожки изменяется. Именно поэтому ширина рабочей зоны диска (зоны, в которой располагаются дорожки) оказывается зачастую ограниченной (для того чтобы неизбежно возникающие азимутальные погрешности оставались в допустимых пределах). В настоящее время поворотный привод используется почти во всех накопителях с подвижной катушкой.

Обратная связь. Для управления приводами с подвижной катушкой в разное время использовались три способа построения петли обратной связи:

- со вспомогательным "клином";
- со встроенными кодами;
- со специализированным диском.

Они различаются технической реализацией, но, по сути, предназначены для достижения одной и той же цели — обеспечивать постоянную корректировку положения головок и их наведение (позиционирование) на соответствующий цилиндр. Основные различия между ними сводятся к тому, на каких участках поверхностей дисков записываются сервокоды.

При всех способах построения петли обратной связи для ее работы необходима специальная информация (сервокоды), которая записывается на диск при его изготовлении. Обычно она записывается в так называемом *коде Грея*. В этой системе кодирования при переходе от одного числа к следующему или предыдущему изменяется всего один двоичный разряд. При таком подходе информация считывается и обрабатывается намного быстрее, чем при обычном двоичном кодировании, и определение местоположения головки происходит практически без задержки. Сервокоды записываются на диск при сборке накопителя и не изменяются в течение всего срока его эксплуатации.

Запись сервокодов выполняется на специальном устройстве, в котором головки последовательно перемещаются на строго определенные позиции, и в этих положениях на диски записываются вышеупомянутые коды. Для точной установки головок в таких устройствах используется лазерный прицел, а расстояния определяются интерференционным методом, т.е. с точностью до долей волны лазерного излучения. Поскольку перемещение головок в таком устройстве осуществляется механически (без участия собственного привода накопителя), все работы проводятся в чистом помещении либо с открытой крышкой блока HDA, либо через специальные отверстия, которые по окончании записи сервокодов заклеиваются герметизирующей лентой. Вы можете найти эти заклеенные отверстия на блоке HDA, причем на ленте обязательно будет написано, что, оторвав ее, вы потеряете право на гарантийное обслуживание.

Устройства для записи сервокодов стоят около $50 000 и часто предназначаются для какой-либо конкретной модели накопителя. Некоторые фирмы, занимающиеся ремонтом накопителей, располагают такими устройствами, т.е. могут выполнить перезапись сервокодов при

повреждении накопителя. Если же в ремонтной фирме нет устройства для записи сервокодов, то неисправный накопитель отсылается фирме-изготовителю.

К счастью, при обычных операциях считывания и записи удалить сервокоды невозможно. Этого нельзя сделать даже при низкоуровневом форматировании. Иногда можно услышать страшные истории о том, как в IDE-накопителях сервокоды стирались при неправильном форматировании низкого уровня. Конечно, плохо отформатировав диск, вы можете на порядок ухудшить его параметры, но сервокоды надежно защищены и удалить их невозможно.

Поскольку привод с подвижной катушкой отслеживает реальное положение дорожек, ошибки позиционирования, возникающие со временем в накопителях с шаговым двигателем, в данных устройствах отсутствуют. На их работе не сказываются также расширение и сжатие дисков, происходящие вследствие колебаний температур. Во многих современных накопителях с приводом от подвижной катушки в процессе работы через определенные промежутки времени выполняется их температурная калибровка. Эта процедура заключается в том, что все головки поочередно переводятся с нулевого на какой-либо другой цилиндр. При этом с помощью встроенной схемы проверяется, насколько сместилась заданная дорожка относительно своего положения в предыдущем сеансе калибровки, и вычисляются необходимые поправки, которые заносятся в оперативное запоминающее устройство в самом накопителе. Впоследствии эта информация используется при каждом перемещении головок, позволяя устанавливать их с максимальной точностью.

В большинстве накопителей температурная калибровка выполняется через каждые 5 мин в течение первого получаса после включения питания, а затем через каждые 25 мин. В некоторых устройствах, например фирмы Quantum, эта операция очень заметна: накопитель прекращает текущую работу и примерно в течение секунды довольно громко трещит. Некоторые пользователи полагают, что произошла ошибка при считывании данных, но на самом деле просто подошло время очередной калибровки. Заметим, что эта процедура выполняется в большинстве современных интеллектуальных накопителей (IDE и SCSI), что, в конечном итоге, позволяет подводить головки к дорожкам с максимально возможной точностью.

Однако по мере распространения программ мультимедиа подобные перерывы в работе накопителей становятся помехой. Дело в том, что при выполнении калибровки прекращаются все обмены данными с накопителем, и, например, воспроизведение звуковых или видеофрагментов приостанавливается. Поэтому фирмы, производящие такие накопители, начали выпуск их специальных A/V-модификаций (A/V — Audio Visual), в которых начало очередной температурной калибровки задерживается до тех пор, пока не закончится текущий сеанс обмена данными. Большинство новых моделей IDE и SCSI-устройств относится к этому типу, т.е. воспроизведение звуковых и видеофрагментов не прерывается процедурами калибровки.

Кстати о процедурах, выполняемых накопителями автоматически: большинство устройств, которые делают автоматическую температурную калибровку, выполняет также *свипирование диска* (*sweep*). Дело в том, что, хотя головки не касаются носителя, они располагаются настолько близко к нему, что начинает сказываться воздушное трение. Несмотря на свою сравнительно малую величину, оно все же может привести к преждевременному износу поверхности диска в том случае, если головка будет постоянно (или почти постоянно) находиться над одной и той же дорожкой. Чтобы этого не произошло, выполняется следующая процедура. Если головка слишком долго остается неподвижной (т.е. операции считывания и записи не выполняются), то она автоматически перемещается на случайно выбранную дорожку, расположенную ближе к краям диска, т.е. в ту область, где линейная скорость диска максимальна, а следовательно, воздушный просвет между его поверхностью и головкой имеет наибольшую величину. Временная задержка выбирается относительно небольшой (обычно 9 мин). Если после перевода головки диск снова окажется "в простое" в течение такого же времени, то головка переместится на другую дорожку и т.д.

Вспомогательный клин. Такая система записи сервокодов использовалась в первых накопителях с подвижной катушкой. Вся информация, необходимая для наведения (позиционирования) головок, записывалась в кодах Грея в узком секторе ("клине") каждого цилиндра непосредственно перед индексной меткой. Индексная метка обозначает начало каждой дорожки, т.е. вспомогательная информация записывается в предындексном интервале, расположенном в конце каждой дорожки. Этот участок необходим для компенсации неравномерности вращения диска и тактовой частоты записи, и контроллер диска обычно к нему не обращается. На рис. 12.8 продемонстрирован способ записи сервокодов во вспомогательном клине.

Некоторым контроллерам необходимо сообщать о том, что к ним подключен накопитель со вспомогательным клином. В результате они корректируют (сокращают) длину секторов, чтобы поместить область вспомогательного клина.

Самый существенный недостаток подобной системы записи состоит в том, что они считываются только один раз при каждом обороте диска. Это означает, что во многих случаях для точного определения и коррекции положения головок диск должен совершить *несколько* оборотов. Недостаток этот был очевиден с самого начала, поэтому подобные системы никогда не были широко распространены, а сейчас и вовсе не используются.

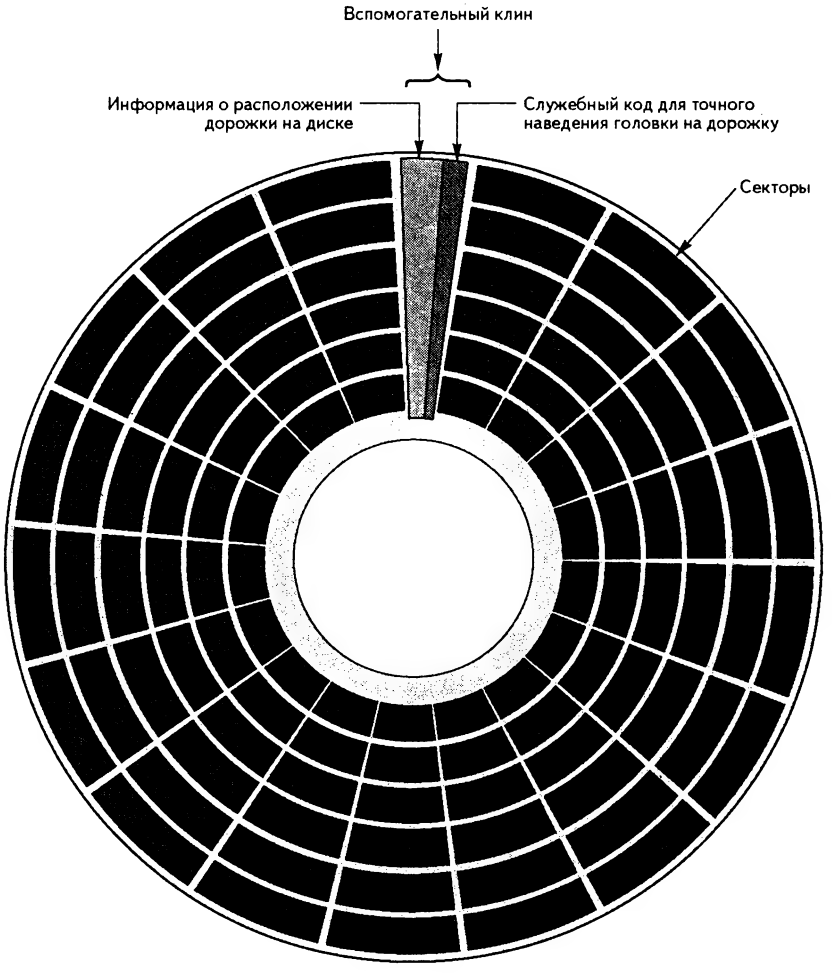


Рис. 12.8. Вспомогательный клин

Встроенные коды. Такой метод реализации обратной связи представляет собой улучшенный вариант системы со *вспомогательным клином* (рис. 12.9). В данном случае сервокоды записываются не только в начале каждого цилиндра, но и перед началом каждого сектора. Это означает, что сигналы обратной связи поступают на схему привода головок несколько раз в течение каждого оборота диска, и головки устанавливаются в нужное положение намного быстрее. Еще одно преимущество (по сравнению с системой со специализированным диском) заключается в том, что сервокоды записываются на всех дорожках, поэтому может быть скорректировано положение каждой конкретной головки (это касается тех случаев, когда отдельные диски в накопителе нагреваются или охлаждаются по-разному или подвергаются индивидуальным деформациям).

Описанный способ записи сервокодов используется в большинстве современных накопителей. Как и в системах со вспомогательным клином, встроенные сервокоды защищены от стирания, и любые операции записи блокируются, если головки оказываются над участками со служебной информацией. Поэтому даже при низкоуровневом форматировании удалить сервокоды невозможно.

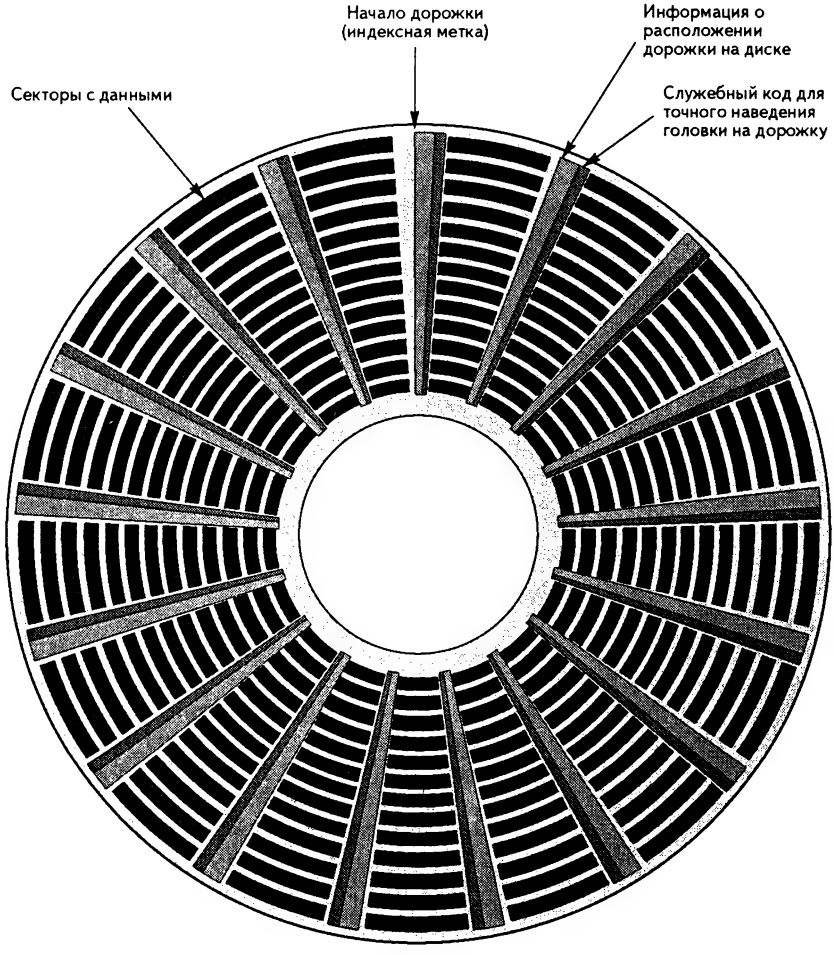


Рис. 12.9. Встроенные сервокоды

Система со встроенными сервокодами работает лучше, чем со вспомогательным клином, потому что служебная информация (сервокоды) считывается по несколько раз за каждый оборот диска. Но, вполне очевидно, что еще более эффективной должна быть система, при которой цепь обратной связи работает *непрерывно*, т.е. сервокоды считываются постоянно.

Системы со специализированным диском. При реализации данного способа сервокоды записываются вдоль всей дорожки, а не только один раз в ее начале или в начале каждого сектора. Естественно, если так поступить со всеми дорожками накопителя, то в нем не останется места для данных. Поэтому одна сторона одного из дисков выделяется исключительно для записи сервокодов. Термин *специализированный диск* означает, что одна сторона диска предназначена только для записи служебной информации (сервокодов), и данные здесь не хранятся. Такой подход, на первый взгляд, может показаться довольно расточительным, но необходимо учесть, что ни на одной из сторон остальных дисков сервокоды уже не записываются. Поэтому общие потери дискового пространства оказываются примерно такими же, как и при использовании системы встроенных кодов.

При сборке накопителей со специализированным диском одна из сторон определенного диска изымается из нормального использования для операций чтения/записи; вместо этого на ней записывается последовательность сервокодов, которые в дальнейшем используются для точного позиционирования головок. Причем обслуживающая эту сторону диска сервоголовка не может быть переведена в режим записи, т.е. сервокоды, как и во всех рассмотренных выше системах, невозможно стереть ни при обычной записи данных, ни при форматировании низкого уровня.

Когда в накопитель поступает команда о переводе головок на конкретный цилиндр, внутреннее электронное устройство использует полученные сервоголовкой сигналы для точного определения положения всех остальных головок. В процессе движения головок номера дорожек непрерывно считываются с поверхности специализированного диска. Когда под сервоголовкой оказывается искомая дорожка, привод останавливается. После этого выполняется точная настройка положения головок и лишь затем выдается сигнал разрешения записи. И хотя только одна головка (сервоголовка) используется для считывания сервокодов, все остальные головки смонтированы на общем жестком каркасе, поэтому, если одна головка будет находиться над нужным цилиндром, то и все остальные тоже.

Отличительный признак накопителя со специализированным диском — нечетное количество головок. Например, в моем накопителе MK-538FB фирмы Toshiba емкостью 1,2 Гбайт установлено 8 дисков, в то время как головок чтения/записи всего 15. Шестнадцатая — это сервоголовка, работающая только со специализированным диском. Практически во всех накопителях большой емкости используется только что описанный способ записи сервокодов, так как благодаря ему считывание сервокодов происходит постоянно, независимо от положения головок. Это позволяет добиться максимальной точности позиционирования головок. Существуют также накопители, в которых сочетаются оба метода корректировки положения головок: со встроенными кодами и со специализированным диском. Однако такие "гибриды" встречаются очень редко.

Автоматическая парковка головок. При выключении питания рычаги с головками опускаются на поверхности дисков. Накопители способны выдержать тысячи "взлетов" и "посадок" головок, но желательно, чтобы они происходили на специально предназначенных для этого участках поверхности дисков, на которых не записываются данные. При этих "взлетах" и "посадках" происходит износ (абразия) рабочего слоя, так как из-под головок вылетают "клубы пыли", состоящие из частиц рабочего слоя носителя; если же во время "взлета" или "посадки" произойдет сотрясение накопителя, то вероятность повреждения головок и дисков существенно возрастет.

Одним из преимуществ привода с подвижной катушкой является *автоматическая парковка головок*. Когда питание включено, головки позиционируются и удерживаются в рабочем положении за счет взаимодействия магнитных полей подвижной катушки и постоянного

магнита. При выключении питания поле, удерживающее головки над конкретным цилиндром, исчезает, и они начинают бесконтрольно скользить по поверхностям еще не остановившихся дисков, что может стать причиной повреждений. Для того чтобы предотвратить возможные повреждения накопителя, поворотный блок головок подсоединяется к возвратной пружине. Когда компьютер включен, магнитное взаимодействие обычно превосходит упругость пружины. Но при отключении питания головки под воздействием пружины перемещаются в зону парковки до того, как диски остановятся. По мере уменьшения частоты вращения дисков головки с характерным потрескиванием "приземляются" именно в этой зоне.

Таким образом, *чтобы в накопителях с приводом от подвижной катушки привести в действие механизм парковки головок, достаточно просто выключить компьютер; никакие специальные программы для этого не нужны*. В случае внезапного исчезновения питания *головки паркуются автоматически*.

Воздушные фильтры. Почти во всех накопителях на жестких дисках используется два воздушных фильтра, один из которых называется *фильтром рециркуляции*, а второй — *барометрическим фильтром*. В отличие от сменных фильтров, устанавливавшихся в старых накопителях больших компьютеров, они располагаются внутри корпуса накопителя и не подлежат замене в течение всего его срока службы.

В старых накопителях происходила постоянная перекачка воздуха снаружи внутрь устройства и наоборот сквозь фильтр, который нужно было периодически менять. В современных устройствах от этой идеи отказались. Фильтр рециркуляции в блоке HDA предназначен только для очистки внутренней "атмосферы" от небольших частиц рабочего слоя носителя, которые, несмотря на все предпринимаемые меры, все же осыпаются с дисков при "взлетах" и "посадках" головок (а также от любых других мелких частиц, которые могут проникнуть внутрь HDA). Поскольку накопители персональных компьютеров герметизированы и в них не происходит перекачки воздуха снаружи, они могут работать даже в условиях сильного загрязнения окружающего воздуха (рис. 12.10).

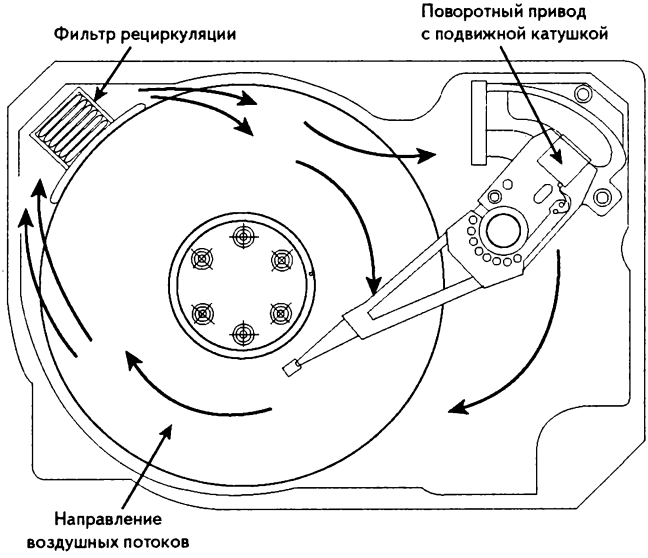


Рис. 12.10. Циркуляция воздуха в накопителе на жестком диске

Выше говорилось, что блок HDA является герметичным, однако это не совсем так. Внешний воздух проникает внутрь HDA сквозь *барометрический фильтр*, так как это необходимо для выравнивания давления изнутри и снаружи блока. Именно потому, что жесткие диски не являются полностью герметичными устройствами, фирмы-изготовители указывают для них диапазон высот над уровнем моря, в котором они сохраняют работоспособность (обычно от –300 до +3000 м). Для некоторых моделей максимальная высота подъема ограничена величиной около 2000 м, поскольку в более разреженном воздухе просвет между головками и поверхностями носителей оказывается недостаточным. По мере изменения атмосферного давления воздух выходит из накопителя или, наоборот, проникает в него сквозь вентиляционное отверстие, чтобы выровнять давления снаружи и внутри устройства. Тем не менее это не приводит к загрязнению "атмосферы" внутри накопителя. Дело в том, что барометрический фильтр, установленный на этом отверстии, способен задерживать частицы размером более 0,3 мкм, что соответствует стандартам чистоты атмосферы внутри блока HDA. В некоторых устройствах используются более плотные (тонкие) фильтры, позволяющие задерживать еще более мелкие частицы. Вы легко сможете обнаружить вентиляционные отверстия на большинстве блоков HDA, в то время как сами барометрические фильтры находятся внутри блока.

Я долго смеялся, прочитав в одном из компьютерных журналов статью, в которой утверждалось, что блок HDA не только полностью герметизирован, но из него еще и выкачан воздух, а головки и диски находятся в вакууме! Совершенно очевидно, что автор статьи не понимает даже *общих* принципов работы жестких дисков, не говоря уже о деталях! Без воздуха внутри HDA не может быть воздушной подушки, на которой "плавают" головки, а это является основным принципом функционирования жесткого диска.

Несколько лет назад я на Гавайях проводил семинар, на котором присутствовало несколько сотрудников астрономической обсерватории, расположенной на горе Мауна-Кеа. Они пожаловались мне, что во всех их компьютерах жесткие диски очень быстро выходят из строя, а некоторые отказываются работать с самого начала. В этом нет ничего удивительного, поскольку обсерватория находится на вершине горы, высота которой — 4200 м, а в таких условиях даже люди ощущают, мягко говоря, дискомфорт. Поэтому всем сотрудникам обсерватории было предписано пользоваться для хранения данных только дискетами или накопителями на магнитной ленте. Через некоторое время фирма Adstar (дочернее предприятие IBM, занимающееся производством жестких дисков) разработала серию полностью герметичных накопителей (но, конечно, с воздухом внутри) формата 3,5″. Поскольку воздух в этих устройствах находится под давлением, подобные накопители могут работать на любой высоте над уровнем моря (например, в самолете) и даже в экстремальных условиях — выдерживать сотрясения, колебания температур и т.д. Такие накопители предназначены для военных и промышленных целей.

Акклиматизация жестких дисков. Как уже говорилось, блок HDA плотно закрыт, но не герметизирован (исключение составляют накопители, предназначенные специально для военных целей, в частности, для военной авиации). Это означает, что блок HDA не является воздухонепроницаемым и внутри него содержится воздух. Для выравнивания давления в блоке предусмотрено закрытое фильтром отверстие, через которое воздух может проникать внутрь или наружу.

Барометрический фильтр не препятствует проникновению влаги внутрь блока HDA, поэтому по прошествии некоторого времени влажность воздуха внутри блока будет такой же, как и снаружи. Если влага начнет конденсироваться внутри блока HDA, а вы в это время включите питание компьютера, то возникнут серьезные проблемы. В инструкциях по эксплуатации большинства жестких дисков приводятся таблицы или графики их акклиматизации при изменении условий окружающей среды (температуры и влажности). Особенно важно соблюдать эти условия при внесении накопителя *с холода в теплое помещение*, поскольку в такой ситуации конденсация влаги практически неизбежна. Данное обстоятельство, в первую

очередь, должны учитывать владельцы портативных систем с жесткими дисками. Если вы, например, оставите зимой свой компьютер в багажнике автомобиля, а потом внесете его в салон и включите без предварительного прогрева, то последствия для накопителя могут оказаться весьма печальными.

Следующая цитата и табл. 12.8 взяты из инструкции к накопителям фирмы Control Data Corporation (позже переименованной в Imprimis, а затем в Seagate).

"Если вы принесли устройство из холодного помещения или с улицы, где температура не превышала 10° С, не вскрывайте упаковку до тех пор, пока не будут удовлетворены нижеприведенные требования; в противном случае из-за конденсации влаги может быть повреждена механическая часть устройства и/или рабочий слой дисков. Накопитель необходимо выдержать в заводской упаковке в предполагаемых условиях эксплуатации в течение времени, определяемого по следующей таблице.

Таблица 12.8. Период акклиматизации накопителя

Исходная температура, °С	Время акклиматизации, ч
+4	13
–1	15
–7	16
–12	17
–18	18
–23	20
–29	22
–34 и ниже	27

Как видно из приведенной таблицы, чем холоднее накопитель, тем дольше он должен прогреваться перед включением (время прогрева может доходить до суток и более)."

Двигатель привода дисков. Двигатель, приводящий во вращение диски, часто называют *шпиндельным* (*spindle*). Шпиндельный двигатель всегда связан с осью вращения дисков — никакие приводные ремни или шестерни для этого не используются. Двигатель должен быть бесшумным — любые вибрации передаются дискам и могут привести к ошибкам при считывании и записи.

Частота вращения двигателя должна быть строго определенной. Обычно она колеблется от 3 600 до 7 200 об/мин, а для ее стабилизации используется схема управления двигателем с обратной связью (автоподстройкой), позволяющая добиться желаемой точности. Таким образом, контроль за частотой вращения двигателя осуществляется автоматически, и никакие устройства, позволяющие сделать это вручную, в накопителях не предусмотрены. В описаниях некоторых диагностических программ говорится, что с их помощью можно измерить частоту вращения дисков. На самом деле единственное, на что они способны, — это оценить ее возможное значение по временны*м* интервалам между моментами появления заголовков секторов. Измерить частоту вращения с помощью программы в принципе невозможно, для этого нужны специальные приборы (тестеры). Не волнуйтесь, если какая-нибудь диагностическая программа сообщит вам, что частота вращения дисков установлена неправильно — скорее всего, плохо работает сама программа, а не накопитель. Информация о частоте вращения дисков просто не передается (и не должна передаваться) через интерфейс контроллера жесткого диска. Раньше ее можно было оценить, считывая подряд достаточно большое количест-

во секторов и измеряя временные интервалы, через которые появляется соответствующая информация. Но это имело смысл только тогда, когда все диски разбивались на одинаковое число секторов (17), а номинальная частота их вращения составляла 3 600 об/мин. Использование зонной записи, появление накопителей с различными номинальными частотами вращения, не говоря уже о встроенных буферах и кэш-памяти, — все приводит к тому, что программно вычислить истинную частоту вращения дисков невозможно.

В большинстве накопителей шпиндельный двигатель располагается в нижней части накопителя, под блоком HDA. Однако во многих современных устройствах он встраивается внутрь блока HDA и представляет собой центральную часть блока дисков-носителей. Такая конструкция позволяет, не изменяя размера накопителя по вертикали, увеличить количество дисков в блоке (в "стопке").

Замечание

Шпиндельный двигатель, особенно в накопителях большого формата, потребляет от 12-вольтового источника питания довольно значительную мощность. Она возрастает еще в 2–3 раза по сравнению со стационарным значением при разгоне (раскручивании) дисков. Длится такая перегрузка в течение нескольких секунд после включения компьютера. Если в компьютере установлено несколько накопителей, то, чтобы не подвергать чрезмерной нагрузке блок питания, можно попытаться организовать их поочередное включение. Задержанный запуск шпиндельного двигателя предусмотрен в большинстве накопителей SCSI и IDE.

Плата управления. В каждом накопителе, в том числе и на жестких дисках, есть хотя бы одна плата. На ней монтируются электронные схемы для управления шпиндельным двигателем и приводом головок, а также для обмена данными с контроллером (представленными в заранее оговоренной форме). Иногда контроллер устанавливается непосредственно в накопителе, что позволяет уменьшить количество микросхем в компьютере.

Довольно часто неисправности возникают не в механических узлах накопителей, а в платах управления. Это утверждение, на первый взгляд, может показаться странным, поскольку общеизвестно, что электронные узлы надежнее механических, но, тем не менее, факт остается фактом. Поэтому многие неисправные накопители можно отремонтировать, заменив лишь плату управления, а не все устройство. Эта возможность особенно привлекательна потому, что вы сможете вновь получить доступ к записанным в накопителе данным, чего, естественно, не удастся сделать, если его полностью заменить.

Снимать и заменять платы управления очень просто, поскольку они подключаются к накопителям с помощью разъемов и крепятся стандартными винтами. Если накопитель вышел из строя, а у вас есть запасной экземпляр, проверьте работоспособность платы управления, заменив ее на заведомо исправную. Если подозрения подтверждаются, закажите новую плату у фирмы-изготовителя. Можете купить отремонтированную плату и даже продать по отдельности неисправную плату и старый накопитель. Все подробности можно узнать в сервисных центрах соответствующих фирм.

Платы управления выпускаются многими фирмами, причем чаще всего они стоят гораздо дешевле, чем изделия-оригиналы, выпущенные фирмами — изготовителями накопителей.

Кабели и разъемы накопителей. В большинстве накопителей на жестких дисках имеется несколько интерфейсных разъемов для подключения к системе, подачи питания, а иногда и для заземления корпуса. В большинстве накопителей есть по меньшей мере три типа разъемов:

- интерфейсный разъем (или разъемы);
- разъем питания;
- разъем (или зажим) для заземления (необязательно).

Наибольшее значение имеют *интерфейсные разъемы*, потому что через них передаются данные и команды в накопитель и обратно. Многие стандарты интерфейсов предусматривают подключение нескольких накопителей к одному кабелю (шине). Естественно, в этом случае их должно быть не меньше двух; в интерфейсе SCSI допускается подключение до семи накопителей к одному кабелю (Wide SCSI-2 поддерживает до 15 устройств). В некоторых стандартах (например, в ST-506/412 и ESDI) для данных и управляющих сигналов предусмотрены отдельные разъемы, поэтому накопитель и контроллер соединяются двумя кабелями.

Разъемы питания накопителей на жестких дисках обычно такие же, как и у дисководов для гибких дисков. В большинстве накопителей используются два напряжения питания (5 и 12 В), но для малогабаритных моделей, разработанных для портативных компьютеров, достаточно напряжения 5 В. Как правило, от источника в 12 В питается схема управления шпиндельным двигателем и привод головок, а напряжение 5 В поступает на прочие схемы. Многие накопители на жестких дисках потребляют несколько бо́льшую мощность, чем дисководы для гибких дисков. Проверьте, достаточно ли мощности блока питания компьютера для нормальной работы всех установленных в системе накопителей.

Потребление тока от источника 12 В зависит от размеров устройства: чем больше отдельных дисков входит в "пакет" и чем больше диаметр каждого из них, тем бо́льшая мощность необходима для приведения их в движение. Кроме того, для получения большей частоты вращения дисков необходимо также увеличивать мощность. Например, потребляемая мощность для накопителей формата 3,5″ в среднем примерно в 2–4 раза меньше, чем для полноразмерных устройств формата 5,25″. Некоторые накопители особо малых форматов (2,5″ и 1,8″) потребляют всего около 1 Вт электрической мощности.

Зажим для заземления необходим для того, чтобы обеспечить надежный контакт между общим проводом накопителя и корпусом системы. В компьютерах, где накопители крепятся непосредственно к корпусу с помощью металлических винтов, специальный провод заземления не нужен. В некоторых компьютерах накопители монтируются на пластмассовых или стеклотекстолитовых направляющих, которые, естественно, электрически изолируют корпус накопителя от корпуса системы. В этом случае их обязательно нужно соединить дополнительным проводом, подключаемым к упомянутому зажиму. При плохом заземлении накопителя возникают сбои в его работе, ошибки при считывании и записи и т.п.

Элементы конфигурации. При установке накопителя в компьютер обычно необходимо переставить или отключить некоторые перемычки и, возможно, нагрузочные резисторы. Эти элементы конфигурации изменяются от интерфейса к интерфейсу и от накопителя к накопителю.

Лицевая панель. В комплекты многих накопителей на жестких дисках в качестве необязательных элементов могут входить *лицевые панели* (рис. 12.11). Но на сегодняшний день в большинстве случаев лицевая панель является частью корпуса компьютера, а не самого накопителя.

Лицевые панели бывают различных размеров и цветов, и всегда можно подобрать подходящую панель для своего компьютера. Для стандартных полноразмерных накопителей формата 5,25″ выпускаются лицевые панели только одного размера. Для накопителей формата 3,5″ выпускается целый набор лицевых панелей, которыми можно перекрыть отсеки для накопителей форматов 3,5″ и 5,25″. Вы можете даже выбрать цвет панели (обычно они бывают черными, кремовыми и белыми).

На некоторых лицевых панелях устанавливается светодиод, который вспыхивает при каждом обращении к жесткому диску. Сзади к светодиоду припаяны два провода с небольшим разъемом, который подключается либо к накопителю, либо к контроллеру. Иногда светодиод устанавливается на самом накопителе, а в панели делается прозрачное окошко, через которое его можно увидеть.

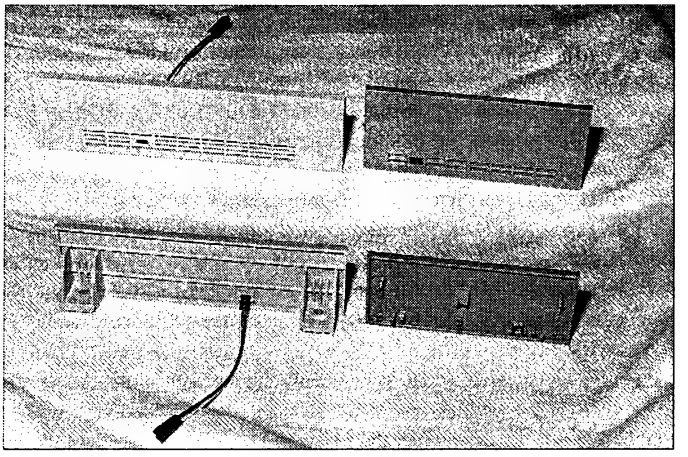


Рис. 12.11. Стандартная лицевая панель накопителя на жестких дисках

В компьютерах, в которых накопитель устанавливается в глубине корпуса системного блока, лицевая панель не нужна. Она может даже помешать закрывать крышку компьютера. Поэтому, если у устанавливаемого в такую систему накопителя есть лицевая панель, ее необходимо снять. Если же у устанавливаемого накопителя нет нужной лицевой панели или направляющих, обратитесь в фирму, продающую аксессуары к накопителям.

Характеристики накопителей на жестких дисках

Если вы собрались покупать новый накопитель или просто хотите разобраться в том, чем устройства одного семейства отличаются от устройств другого, сравните их параметры. Ниже приведены критерии, по которым обычно оценивают качество жестких дисков.

- Надежность.
- Быстродействие.
- Противоударная подвеска.
- Стоимость.

Надежность. В описаниях накопителей можно встретить такой параметр, как *среднестатистическое время между сбоями* (*MTBF — Mean Time Between Failures*), которое обычно колеблется от 20 000 до 500 000 ч и более. Я никогда не обращаю внимания на эти цифры, поскольку они являются чисто теоретическими, а не полученными на основе статистической обработки данных. Большинство моделей накопителей даже не выпускается в течение столь длительного времени. Если ваш компьютер целый год будет работать по пять дней в неделю и по 8 ч в сутки, то время его работы составит 2 080 ч. Не выключая его круглосуточно все 365 дней в году, вы наберете 8 760 ч. Накопитель со средним временем между сбоями, равным 500 000 ч, будет (в среднем) непрерывно работать до первой ошибки 57 лет! Ясно, что получить приведенные выше значения MTBF на основании реальных статистических данных было *невозможно*, поскольку каждая модель накопителя обычно выпускается в течение года, а затем заменяется новой моделью.

Для того чтобы получить *статистически достоверные* данные о надежности устройства, нужно отобрать группу одинаковых накопителей и подсчитать количество их отказов за время, как минимум в *два* раза превышающее ожидаемое значение MTBF. Если быть до конца последовательным, хорошо бы дождаться, пока во всех контрольных экземплярах произойдет

хотя бы по одному сбою, и записать реальное время работы каждого из них. После этого данные можно усреднить и получить статистически достоверное время наработки накопителя до отказа. Для приведенного выше значения MTBF, равного 500 000 ч, длительность испытаний должна была составлять не менее миллиона часов (т.е. 114 лет!). Тем не менее параметр надежности указывается в паспортах на изделия с самого первого дня их выпуска. Так о какой достоверности этих цифр может идти речь?

Довольно часто производители и торговые фирмы берут цифры MTBF, что называется, "с потолка". У одного из самых плохих накопителей, с которыми мне доводилось сталкиваться, был очень высокий показатель MTBF, и, наоборот, у очень хороших устройств параметр MTBF — низким. Из всего вышесказанного можно сделать следующий вывод: показатель MTBF далеко не всегда соответствует реальной надежности устройства, и на него можно *не обращать* особого внимания.

Быстродействие. Важным параметром накопителя на жестком диске является его быстродействие. Этот параметр для разных моделей может варьироваться в широких пределах. И, как это часто бывает, лучшим показателем быстродействия накопителя является его цена. Здесь вполне справедливы слова, сказанные по поводу гоночных автомобилей: "Скорость стоит денег. Насколько быстро вы хотите ездить?".

Быстродействие накопителя можно оценить по двум параметрам:

- среднестатистическому времени поиска (average seek time);
- скорости передачи данных (data transfer rate).

Под *среднестатистическим временем поиска*, которое измеряется в миллисекундах, подразумевается среднестатистическое время, в течение которого головки перемещаются с одного цилиндра на другой (причем расстояние между этими цилиндрами может быть произвольным). Измерить этот параметр можно, выполнив достаточно много операций поиска случайно выбранных дорожек, а затем разделив общее время, затраченное на эту процедуру, на количество совершенных операций. В результате этого метода вычисляется среднее время однократного поиска.

Производители дисководов в качестве среднего времени поиска часто указывают временной интервал, который необходим для перемещения головок на расстояние, равное *одной трети* ширины зоны записи данных на диске. Среднее время поиска зависит почти исключительно от конструкции накопителя (а именно — от механизма привода головок), а не от типа интерфейса или контроллера.

Замечание

Существует довольно много программ, предназначенных для "аттестации" жестких дисков. К результатам такого тестирования следует относиться скептически. В большинстве SCSI- и IDE-накопителей используется так называемое *преобразование секторов*, поэтому, даже если на накопитель выдается команда перевода головок на заданный цилиндр, это отнюдь не означает, что они на самом деле переместятся. Проверять накопители указанных типов с помощью программ аттестации бессмысленно. Кроме того, при работе SCSI-устройств выполняются некоторые дополнительные операции, связанные с трансляцией в накопитель управляющих кодов через шину SCSI. Программы аттестации не учитывают этих дополнительных потерь времени. Поэтому, хотя у большинства SCSI-накопителей среднее время поиска меньше, чем у других устройств, их параметры, полученные в результате тестирования, оказываются никуда не годными.

Существует еще один параметр, по которому можно оценить быстродействие, — среднее время доступа, отличие которого от времени поиска заключается в том, что при его измерении учитывается *запаздывание*. Под запаздыванием в данном случае подразумевается среднее время, которое уходит на то, чтобы искомый сектор оказался под головкой после ее выведе-

ния на дорожку. В среднем величина запаздывания равна половине периода обращения диска и при частоте вращения 3 600 об/мин составляет 8,33 мс. Если диск вращается в два раза быстрее, то запаздывание будет в два раза меньше. Что же касается среднего времени доступа, то оно определяется как сумма среднего времени поиска и запаздывания. Этот параметр (среднее время доступа) характеризует среднее время, которое необходимо для получения доступа к данным, записанным в наугад выбранном секторе.

Запаздывание существенно влияет на общее быстродействие накопителя. При его снижении сокращается время доступа к данным и файлам, но уменьшить запаздывание можно только за счет увеличения частоты вращения дисков. Например, в одном из моих накопителей диски вращались с частотой 4 318 об/мин и запаздывание составляло 6,95 мс. В накопителях с частотой вращения дисков 7 200 об/мин его величина еще меньше — 4,17 мс, а для частоты вращения диска 10 000 об/мин составит 3,0 мс. С ростом частоты вращения не только уменьшается запаздывание, но и возрастает скорость передачи данных (их считывание и запись после выведения головок на заданный сектор происходят с большей скоростью).

Скорость передачи данных, вероятно, является наиболее важной характеристикой при оценке общей производительности накопителя. Она определяет, какие объемы данных могут быть переданы из накопителя в систему и обратно за определенные промежутки времени. Скорость передачи данных зависит, во-первых, от конструкции блока HDA и, во-вторых, от параметров контроллера. В большинстве случаев она ограничивается именно контроллером, поскольку зачастую новые накопители приходится подключать к старым контроллерам, не рассчитанным на быстрый обмен данными. Именно по этой причине и появилось понятие *чередование секторов* (*interleave*). При таком способе структурирования диска секторы располагаются (нумеруются) не подряд, а в таком порядке, при котором медленно работающий контроллер успевает обрабатывать данные и не пропускает сектор со следующим номером.

В современных накопителях со встроенными контроллерами нет необходимости вводить чередование секторов для снижения скорости передачи данных — они и так прекрасно справляются с обработкой данных.

Еще одним параметром, определяющим общее быстродействие системы, является "чистая" производительность интерфейса, которая в IDE- и SCSI-накопителях обычно намного превосходит быстродействие самих этих устройств. Не следует придавать особого значения приводимым на этот счет цифрам, поскольку возможности самого накопителя от них не зависят. Производительность интерфейса определяет только теоретический предел скорости передачи данных, а на практике она ограничивается возможностями накопителя и контроллера.

Для определения реальной скорости передачи данных необходимо знать несколько важных параметров накопителя. Это, во-первых, реальная частота вращения дисков и, во-вторых, среднее количество секторов на дорожке. Подчеркнем, что речь идет именно о среднем количестве секторов, так как в большинстве современных накопителей с зонной записью оно различается для внутренних и внешних цилиндров. Скорость передачи данных накопителей с зонной записью максимальна во внешней зоне, где количество секторов на дорожке наибольшее. Кроме того, имейте в виду, что во многих накопителях (особенно с зонной записью) происходит уже упоминавшееся преобразование секторов, и определяемое BIOS количество секторов на дорожке имеет мало общего с реальностью. В данной ситуации важно знать именно физические параметры дисков, а не параметры, о которых сообщает BIOS.

Зная перечисленные параметры, можно определить максимальную скорость передачи данных MDTR (Maximum Data Transfer Rate) в мегабайтах в секунду по следующей формуле:

MDTR=SPT×512×RPM/60/1000000,

где SRT (Sectors Per Track) — количество секторов на дорожке; 512 — количество байтов данных в каждом секторе; RPM (Rotations Per Minute) — частота вращения дисков (оборотов в минуту); 60 — количество секунд в минуте.

Например, в накопителе ST-12551N (формат — 3,5″, емкость — 2 Гбайт) диски вращаются с частотой 7 200 об/мин, а среднее количество секторов на дорожке — 81. Максимальная скорость передачи данных будет равна:

81×512×7200/60/1000000=4,98 Мбайт/с.

Точно так можно вычислить максимальную ожидаемую скорость передачи данных для любого накопителя.

Программы кэширования и кэш-контроллер. Быстродействие дискового накопителя можно существенно повысить, если воспользоваться специальными программами кэширования, например SMARTDRV (DOS) или VCASHE (Windows 9*x*). Эти программы "подключаются" к прерыванию жесткого диска на уровне BIOS (перехватывают прерывание BIOS) и обрабатывают запросы на считывание и запись, направляемые программами-приложениями и драйверами DOS в BIOS.

Если программе-приложению понадобилось считать порцию данных с жесткого диска, кэш-программа перехватывает соответствующий запрос, проверяет наличие определенных условий (о которых будет сказано ниже) и, если они не удовлетворяются, передает запрос в неизменном виде контроллеру накопителя. Считанные в накопителе данные не только передаются программе-приложению, но и сохраняются в специальном буфере (кэше). В зависимости от размера кэша в нем могут храниться данные из достаточно большого количества секторов.

Если программе-приложению нужно считать дополнительные данные, кэш-программа вновь перехватывает запрос и проверяет, не хранятся ли запрошенные данные в буфере. Если это так, то они немедленно передаются приложению, без непосредственного обращения к диску. Можете представить себе, насколько этот прием ускоряет доступ к диску (и заодно сказывается на результатах измерений быстродействия накопителя)!

В большинстве современных контроллеров имеется та или иная разновидность встроенного кэша, которому не нужно перехватывать и использовать прерывания BIOS. Кэширование осуществляется на аппаратном уровне, и обычные программы измерения быстродействия накопителей его "не замечают". Первыми из подобного рода устройств в накопителях были *буферы опережающего считывания дорожки* (*read-ahead buffer*), благодаря которым удалось получить коэффициент чередования 1:1. В одних из современных контроллеров просто увеличен размер этих буферов, а в других используются более интеллектуальные устройства, по своим возможностям близкие к кэш-программам.

Во многих IDE- и SCSI-накопителях кэш-память встроена в сам накопитель. Например, в накопителе Hawk фирмы Seagate емкостью 4 Гбайт установлен кэш объемом 512 Кбайт. В других моделях встроенная память еще больше: в накопителе Barracuda фирмы Seagate емкостью 4 Гбайт она составляет 1 Мбайт. В былые времена системная память объемом 640 Кбайт казалась огромной, а сейчас у небольших накопителей формата 3,5″ встроенный (т.е. чисто вспомогательный) кэш превышает эту величину. Именно благодаря использованию кэш-памяти IDE- и SCSI-накопители отличаются столь высоким быстродействием.

Но хотя программное и аппаратное кэширования данных позволяют существенно повысить производительность накопителей при обычных операциях считывания и записи, реальная (физическая) скорость передачи данных определяется только конструкцией самого устройства.

Выбор коэффициента чередования (interleave). Говоря о быстродействии накопителей, нельзя обойти вопрос о чередовании секторов. Эта тема традиционно рассматривается в разделах, посвященных быстродействию контроллеров, а не накопителей, однако в большинстве современных устройств (IDE и SCSI) встроены контроллеры, обрабатывающие данные с той же скоростью, с которой они поступают из накопителей. Это означает, в частности, что практически все современные IDE- и SCSI-накопители форматируются без чередования секторов (иногда говорят о коэффициенте чередования 1:1). Почти во всех современных комбинациях

"накопитель–контроллер" коэффициент чередования по умолчанию устанавливается равным 1:1, и менять его нет никакого смысла.

Смещение секторов. Большинство существующих контроллеров может работать с коэффициентом чередования 1:1 (в первую очередь это касается устройств IDE и SCSI). При этом значительно увеличивается скорость передачи данных при их считывании и записи на диск. И хотя, на первый взгляд, кажется, что других способов повышения быстродействия не существует, есть еще две возможности, в принципе, подобные введению чередования, а именно:

- смещение секторов одной дорожки относительно секторов другой дорожки (другой стороны диска) того же цилиндра (т.е. дорожек, обрабатываемых разными головками на одном цилиндре);
- смещение секторов одного цилиндра относительно секторов другого цилиндра.

В большинстве IDE- и SCSI-накопителей оптимальные коэффициенты чередования и смещения устанавливаются при их изготовлении. Их, конечно, можно изменить, но, скорее всего, этим вы только ухудшите параметры накопителя. Именно из-за этого большинство фирм — изготовителей IDE-накопителей *не рекомендуют* выполнять низкоуровневое форматирование своих изделий. Даже при использовании соответствующих программ вы можете установить коэффициенты смещения, отличающиеся от оптимальных, и тем самым снизить быстродействие накопителя. В IDE- и SCSI-накопителях с зонной записью коэффициенты чередования и смещения изменить *невозможно*. Независимо от типа форматирования, применяемого к этим устройствам, коэффициенты чередования и смещения остаются неизменными.

Противоударная подвеска. В большинстве современных накопителей на жестких дисках используются блоки HDA с *противоударной подвеской*. Это означает, что между корпусом накопителя и каркасом, на котором монтируются остальные узлы, устанавливается резиновая прокладка. В одних устройствах резины больше, в других меньше, но прокладка остается прокладкой. Ее не используют только в некоторых моделях накопителей — либо из-за конструктивных ограничений, либо из соображений стоимости. При покупке накопителя обязательно проверьте, есть ли в нем такая прокладка. Особенно это касается устройств, предназначенных для портативных компьютеров или систем, которые предполагается эксплуатировать в неблагоприятных условиях. Я рекомендую приобретать устройства с противоударной подвеской.

Стоимость. В последнее время "удельная стоимость" накопителей на жестких дисках упала до 2 центов за мегабайт (и даже ниже). Жесткий диск емкостью 10 Мбайт при нынешних ценах должен стоить всего $1 (увы, в свое время я отдал за него целых $1800!).

Стоимость накопителей продолжает снижаться, и через некоторое время вам покажется, что даже 2 цента за мегабайт — это слишком дорого. Именно из-за снижения цен накопители емкостью менее 1 Гбайт сейчас практически не выпускаются.

Емкость. В рекламе накопителя может фигурировать одна из четырех цифр:

- неформатированная емкость, в миллионах байтов;
- форматированная емкость, в миллионах байтов;
- неформатированная емкость, в мегабайтах (Мбайт);
- форматированная емкость, в мегабайтах (Мбайт).

В настоящее время большинство производителей IDE- и SCSI-накопителей указывает для своих изделий только форматированную емкость, поскольку жесткие диски выпускаются уже отформатированными. Форматированную и неформатированную емкости в рекламных проспектах обычно указывают в миллионах байтов, поскольку цифры при этом получаются более впечатляющими, чем при использовании в качестве единицы измерения мегабайта. Неко-

торые пользователи, купив накопитель и запустив программу FDISK (емкость при ее работе измеряется в мегабайтах), недоумевают: куда делось дисковое пространство? Этот вопрос мне очень часто задают на семинарах. К счастью, ответ очень прост; потребуется только выполнить несложные арифметические вычисления.

Вот типичная жалоба на "пропавшую" емкость: "Я только что установил новый диск AC2200 от Western Digital. Заплатил я за 212 миллионов байтов (MB). Запустил программу установки параметров BIOS, ввел параметры — 989 цилиндров, 12 головок, 35 секторов на дорожке. После этого и программа установки параметров BIOS, и программа FDISK обнаружили диск с емкостью всего 203 Мбайт. Куда делись еще 9 миллионов байтов?"

Чтобы ответить на этот вопрос, проведем несложные расчеты. Перемножим первых четыре числа из нижеприведенного списка и в результате получим значения емкости, выраженные в разных единицах измерения и указанные в двух последних строчках.

Количество цилиндров — 989.
Количество головок (рабочих поверхностей) — 12.
Количество секторов на дорожке — 35.
Количество байтов в секторе — 512.
Емкость в миллионах байтов — 212,67.
Емкость в мегабайтах — 202,82.

При вычислении величины, указанной в последней строке, было учтено, что один мегабайт — это 1 048 576 байт (или 1 024 Кбайт, где 1 Кбайт = 1 024 байт). Фирмы-изготовители обычно приводят значения емкости в миллионах байтов, а BIOS и программа FDISK — в мегабайтах, и теперь окончательно становится ясно, что 212,67 миллионов байтов и 202,82 Мбайт — это одно и то же. Путаница в данном вопросе связана с тем, что стандартная приставка "мега" (равно как и "тера" и "гига") используется для обозначения как "десятичной", так и "двоичной" кратной величины, и не существует общепринятого способа различить их при измерении емкости накопителей. Поэтому, в зависимости от обстоятельств, аббревиатура MB может обозначать разные единицы измерения. Изготовители накопителей всегда используют "десятичные мегабайты", так как численное значение емкости при этом получается несколько большим. В накопителе из нашего примера используется принцип зонной записи, и реальное количество его цилиндров и головок (1971 и 4 соответственно) не имеет ничего общего со значениями, определяемыми BIOS. Но общее количество секторов (и, следовательно, емкость накопителя) в любом случае остается одним и тем же, независимо от способа их преобразования и используемых единиц измерения.

Несмотря на то что фирма Western Digital не указывает величину неформатированной емкости для данного накопителя, она обычно на 19% больше, чем форматированная. Например, накопитель ST-12550N Barracuda емкостью 2 Гбайт имеет следующие параметры:

неформатированная емкость — 2 572,00 миллионов байтов;
неформатированная емкость — 2 452,85 Мбайт;
форматированная емкость — 2 139,00 миллионов байтов;
форматированная емкость — 2 039,91 Мбайт.

Каждое из этих четырех чисел может служить ответом на вопрос: "Какова емкость этого накопителя?" И, как видите, эти числа существенно различаются. Можно привести и еще одно значение емкости. Разделите 2 039,91 Мбайт на 1 024 — и получите емкость накопителя, равную 1,99 Гбайт! Отсюда следующий вывод: сравнивая емкости накопителей, пользуйтесь одними и теми же единицами измерения, иначе ваше сравнение не имеет смысла.

Рекомендации по выбору накопителя. Если вы собираетесь установить в своем компьютере новый жесткий диск, исходите из приведенных здесь требований.

Из всех возможных интерфейсов накопителей на сегодняшний день имеет смысл рассматривать только два:

- IDE;
- SCSI.

Интерфейс SCSI обладает большими возможностями с точки зрения расширения системы, совместимости с различными компьютерными платформами, возможной емкости накопителя, быстродействия и универсальности. Интерфейс IDE дешевле, он не уступает по быстродействию SCSI, но возможности его расширения, совместимости и универсальности ограничены. Тем не менее, я, как правило, советую большинству пользователей выбирать именно интерфейс IDE, поскольку вряд ли кто-нибудь из них будет устанавливать в своем компьютере более двух (четырех) жестких дисков. Что касается других устройств в стандарте SCSI, то и они нужны далеко не каждому владельцу персонального компьютера. Использование интерфейса SCSI дает некоторый выигрыш в производительности при работе в таких многозадачных операционных системах, как Windows NT. Однако IDE сводит это выигрыш на нет, поскольку стоимость IDE-устройств значительно ниже, и подключаются они непосредственно к локальной шине процессора.

Замечание

Стандартным IDE-интерфейсом является ATA-2 (AT Attachment), который иногда еще называют Fast ATA-2 или Enhanced IDE. Что касается SCSI, то стандартной версией является SCSI-2.

Установка жесткого диска

В этом разделе подробно описывается установка накопителей на жестких дисках. В частности, рассматриваются конфигурация, физическая установка и форматирование жесткого диска.

Для того чтобы установить жесткий диск в компьютер, необходимо выполнить следующие действия:

- настроить накопитель;
- настроить контроллер или интерфейсное устройство;
- установить накопитель в корпус компьютера;
- настроить всю систему в целом;
- выполнить логическое разбиение диска;
- выполнить форматирование высокого уровня.

Прежде чем приступать к установке жесткого диска, обратитесь к документации к накопителю, контроллеру или основному адаптеру, системной BIOS и некоторым другим устройствам компьютера. Покупая что-либо для своего компьютера, всегда проверяйте, выдали ли вам инструкцию по эксплуатации, описание устройства и т.д. Многие торговые фирмы и отдельные продавцы не предложат вам документацию до тех пор, пока вы сами их об этом не попросите. Как правило, для большинства изделий вполне достаточно прилагаемых к ним инструкций и описаний.

Но если вы занимаетесь обслуживанием компьютеров профессионально, то вам наверняка захочется иметь полную документацию на все компоненты компьютера. В этом случае обратитесь непосредственно к фирме-производителю и закажите у нее техническое описание изделия.

Конфигурация накопителя

Перед монтажом накопителя его необходимо сконфигурировать. Для большинства IDE-накопителей необходимо установить переключатель ведущий-ведомый, а для SCSI-устройств выбрать его ID.

Конфигурация контроллера

В старых моделях накопителей контроллер устанавливается в разъем системной платы. Практически все современные IDE-накопители имеют встроенный контроллер. А для SCSI-устройств необходима плата адаптера, помещаемая в разъем системной платы. В некоторых системных платах уже интегрирован SCSI-адаптер. Для конфигурации SCSI-адаптера необходимо установить следующие параметры:

- адреса BIOS;
- каналы прямого доступа к памяти (DMA);
- сигналы запроса на прерывание (IRQ);
- адреса портов ввода-вывода.

В большинстве случаев ресурсы необходимо распределить так, чтобы они использовались только одним адаптером. Если, например, за контроллером диска зарезервированы адреса портов ввода-вывода 1F0–1F7h, то никакое другое устройство в системе не должно их использовать.

При установке адаптера Plug and Play в компьютер с BIOS Plug and Play и операционной системой Windows 9*x* процесс конфигурации выполняется автоматически. Система сама выделит необходимые для нормальной работы устройства ресурсы и разрешит возникающие конфликты.

В системах, не удовлетворяющих стандарту Plug and Play, настройку адаптеров приходится выполнять вручную, причем нужно точно знать, какие именно ресурсы необходимы для каждой конкретной платы. Настройка осуществляется с помощью установки соответствующих переключателей.

Накопитель IDE использует BIOS системной платы и она обеспечивает возможность загрузки с этого типа устройств. В адаптерах SCSI-накопителей устанавливается ROM BIOS, которая позволяет выполнять загрузку системы с этого устройства.

Если SCSI-накопитель не используется для загрузки системы, вы можете отключить его ROM BIOS с помощью перемычек или переключателей. При этом необходимо загружать стандартный драйвер устройства операционной системы для доступа к SCSI-накопителю.

Кроме обеспечения загрузки, в ROM BIOS SCSI-адаптера записаны программы, реализующие многие функции, включая:

- форматирование низкого уровня;
- управление накопителем конкретного типа (в зависимости от его параметров);
- конфигурацию адаптера;
- диагностику;
- поддержку нестандартных адресов портов ввода-вывода и прерываний.

Если в системной BIOS предусмотрена поддержка контроллера жесткого диска, то присутствие встроенной BIOS нежелательно, поскольку для нее отводится адресное пространство в области верхней памяти. Для размещения используемой встроенной BIOS необходимо адресное пространство в области верхней памяти, занимающей последние 384 Кбайт в пределах первого мегабайта системной памяти. Верхняя память разделена на три участка по два сегмента размером по 64 Кбайт в каждом, причем первый участок отводится для памяти видеоадаптера, а последний — для системной BIOS. Сегменты C000h и D000h зарезервированы для BIOS адаптеров.

Замечание

Области памяти, занимаемые BIOS различных адаптеров, не должны перекрываться. На большинстве плат есть переключатели и перемычки, с помощью которых можно изменить адреса BIOS; иногда это можно сделать и программно, предотвратив тем самым возможный конфликт.

Монтаж накопителей

Накопители на жестких дисках устанавливаются в корпусе компьютера так же, как и дисководы для гибких дисков. Для этого вам понадобятся соответствующие винты, кронштейны, лицевая панель и т.д.

Для монтажа накопителя нужны пластмассовые направляющие, которые крепятся к устройству с двух сторон и позволяют установить его в соответствующее место в корпусе (рис. 12.12). Эти направляющие обычно прилагаются к накопителю, поэтому, если вам нужны другие направляющие, не забудьте сказать об этом продавцу. В некоторых компьютерах направляющих нет, но вам могут понадобиться специальные накладки.

Некоторые фирмы предлагают набор для установки нового накопителя. Он представляет собой корпус с направляющими, в котором вы закрепляете накопитель, а затем этот корпус с накопителем помещаете в свободный отсек компьютера (рис. 12.13).

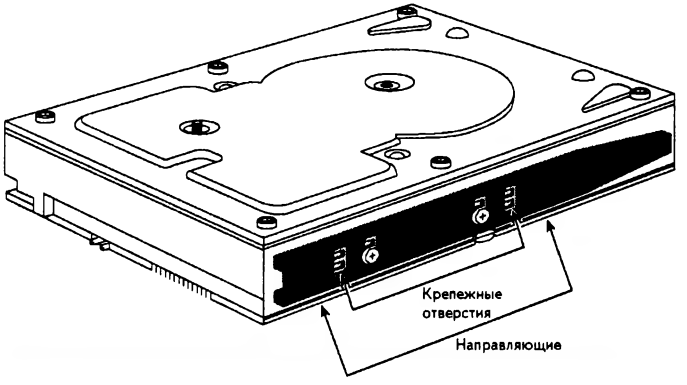


Рис. 12.12. Полноразмерный накопитель с направляющими

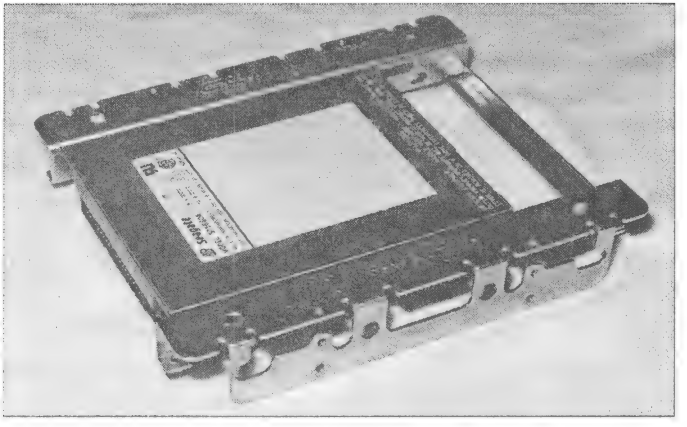


Рис. 12.13. Корпус для установки накопителя в компьютер

Замечание

Вам также необходимо подобрать длину соединяющего кабеля. В некоторых случаях кабель имеет недостаточную длину, чтобы достать до нового накопителя. Попытайтесь переместить накопитель, если у вас есть расположенный ближе отсек или воспользуйтесь более длинным кабелем.

Для накопителей выпускаются различные типы лицевых панелей. В некоторых случаях лицевая панель вообще не нужна, и, если она уже привинчена к накопителю, ее придется снять.

Внимание!

Имейте в виду, что для закрепления накопителя необходимо использовать те винты, которые поставляются с ним. Многие накопители поставляются со специальными винтами, которые иногда имеют одинаковую толщину с другими винтами вашей системы, но другие винты не смогут надежно закрепить накопитель либо могут его повредить.

Конфигурация системы

После того как жесткий диск в корпусе компьютера будет смонтирован, можете приступать к конфигурации системы. Компьютеру необходимо сообщить информацию о накопителе, чтобы с него можно было осуществить загрузку при включении питания. Способ ввода и сохранения этой информации зависит от типа накопителя и компьютера. Для большинства жестких дисков (за исключением SCSI) существуют стандартные процедуры настройки. Конфигурирование SCSI-накопителей — сложная операция, которая зависит от типа установленного основного адаптера. Проще всего выполнить ее так, как предлагается в инструкциях, прилагаемых к основным адаптерам.

Автоматическое определение типа накопителя. Практически для всех IDE-накопителей в современных BIOS предусмотрено *автоматическое определение* их типов, т.е. из накопителя по запросу системы считываются его характеристики и необходимые параметры. При таком подходе практически исключены ошибки, которые могут быть допущены при вводе параметров вручную.

Ручное определение типа накопителя. Если BIOS вашей системной платы не поддерживает функцию автоматического определения типа накопителя, вы можете ввести его параметры вручную. Для этого предусмотрен так называемый *определяемый пользователем* тип устройства. Это означает, что вы можете ввести набор параметров (таких, как количество цилиндров, головок, секторов в дорожке и т.д.), соответствующий конкретному жесткому диску. Как правило, параметры накопителя можно найти в техническом описании накопителя.

Форматирование

От того, насколько правильно выполнены настройка и форматирование, зависит производительность и надежность жесткого диска. В данном разделе будут рассмотрены процедуры, с помощью которых форматирование диска выполняется корректно. Используйте эти процедуры при установке в компьютер нового накопителя.

Форматирование накопителя на жестком диске выполняется в три этапа:

- форматирование низкого уровня;
- логическое разбиение на разделы;
- форматирование высокого уровня.

Низкоуровневое форматирование. При низкоуровневом "истинном" форматировании на диске формируются дорожки и секторы. Во время выполнения этой процедуры служебная информация записывается на всей поверхности диска. Неправильно выполненное низкоуровневое форматирование приведет к потере данных и частым ошибкам при их считывании и за-

писи. Как правило, низкоуровневое форматирование выполнено производителем диска и повторное его выполнение необходимо в крайних случаях. Для выполнения низкоуровневого форматирования используйте специальные программы (лучше всего программы производителя накопителя или же программы других разработчиков, например Disk Manager фирмы Ontrack или Microscope фирмы Micro 2000).

При выполнении настоящего низкоуровневого форматирования не рекомендуется использовать универсальные программы неразрушающего форматирования, работающие на уровне BIOS (например, Calibrate и SpinRite). У этих программ есть некоторые ограничения, снижающие их эффективность; иногда при их использовании возникают проблемы, связанные со способом обработки дефектов. Указанные программы выполняют низкоуровневое форматирование последовательно по дорожкам с использованием функций BIOS, в ходе работы создавая резервные копии дорожек, а затем восстанавливая их. На самом деле эти программы выполняют неполное низкоуровневое форматирование, так как они даже не пытаются отформатировать первую дорожку (цилиндр 0, головка 0). Это ограничение связано с тем, что некоторые типы контроллеров записывают на первой дорожке скрытую служебную информацию.

Кроме того, описанные программы обрабатывают дефекты не так, как стандартные программы низкоуровневого форматирования, и могут даже удалить отметки о дефектах в заголовках секторов, сделанные во время правильного низкоуровневого форматирования. В результате данные могут быть записаны в секторах, которые с самого начала были отмечены фирмой-производителем как дефектные, а владелец накопителя лишится права на его гарантийный ремонт. Есть еще одна проблема: указанные программы могут работать только с уже отформатированными накопителями, причем только с теми из них, в которых форматирование выполняется через BIOS.

Настоящая программа низкоуровневого форматирования работает в обход системной BIOS и отсылает команды непосредственно в регистры контроллера. Именно поэтому многие программы низкоуровневого форматирования ориентированы на конкретные контроллеры. И практически невозможно создать универсальную программу форматирования, которая могла бы работать с различными типами контроллеров. Было много случаев, когда накопители признавались дефектными по той причине, что использовалась программа форматирования, которая выдавала ошибочный результат.

Разбиение жесткого диска на разделы. *Разбиение накопителя* — это определение областей диска, которые операционная система будет использовать в качестве отдельных разделов, или томов. С точки зрения DOS, томом является участок диска, обозначенный какой-либо буквой. Например, диск C — это том C, диск D — это том D и т.д. Некоторые пользователи считают, что выполнять разбиение диска нужно только для того, чтобы разбить его на несколько томов (более одного). Но это неправильное представление; диск необходимо логически разбивать даже в том случае, если он будет представлять собой один-единственный том C.

При разбиении диска в его первый сектор (цилиндр 0, головка 0, сектор 1) заносится главная загрузочная запись MBR (Master Boot Record). В ней содержатся сведения о том, с каких цилиндров, головок и секторов начинаются и какими заканчиваются имеющиеся на диске разделы. В этой таблице разбиения также содержатся указания для системной BIOS, какой из разделов является загрузочным, т.е. где ей следует искать основные файлы операционной системы.

Для разбиения накопителей на жестких дисках необходимо использовать программу `FDISK` из поставок операционных систем Windows 9*x* или DOS. При ее выполнении в загрузочный сектор (первый сектор на диске, в который заносится MBR) записывается таблица разбиения, что необходимо для нормальной работы программы `FORMAT`. Это также позволяет различным операционным системам "сосуществовать" на одном жестком диске.

Форматирование высокого уровня (на уровне операционной системы). Последний этап программной настройки жесткого диска — форматирование высокого уровня. Основная

цель данной процедуры — создать таблицы размещения файлов (FAT) и систему каталогов, чтобы операционные системы DOS и Windows 9*x* могли обращаться к файлам.

Обычно форматирование высокого уровня осуществляется с помощью стандартной команды FORMAT, которая вызывается следующим образом: `FORMAT C: /S /V`.

По этой команде происходит высокоуровневое форматирование диска C (или тома C, если накопитель разбит на несколько разделов), в его начале размещаются скрытые (системные) файлы операционной системы и в конце вам предлагается ввести метку тома.

При высокоуровневом форматировании выполняются следующие действия.

1. Поверхность диска сканируется в поисках дорожек и секторов, помеченных как дефектные во время низкоуровневого форматирования, и отмечается, что считать их невозможно.
2. Головки возвращаются на первый цилиндр раздела, и в его первый сектор (головка 1, сектор 1) заносится загрузочная запись тома DOS (загрузочный сектор).
3. Начиная со следующего сектора (головка 1, сектор 2), записывается таблица FAT. Сразу после нее записывается вторая копия FAT. Эти таблицы пока пусты, в них содержатся только координаты дефектных кластеров, список которых был составлен во время просмотра дефектов поверхности.
4. Записывается пустой корневой каталог.
5. Если программа вызывалась с помощью параметра `/S`, то на диск копируются системные файлы `Io.sys` и `Msdos.sys` (или `Ibmbio.com` и `Ibmdos.com` в зависимости от типа используемой DOS) и файл `Command.com` (именно в таком порядке).
6. Если программа вызывалась с помощью параметра `/V`, то вам будет предложено ввести метку тома (volume label), которая записывается в качестве четвертого элемента корневого каталога.

Теперь операционная система может использовать диск для записи и считывания файлов; кроме того, диск превращается в загрузочный.

На первом этапе форматирования высокого уровня выполняется сканирование поверхности диска в поисках дефектов. Те дефекты, которые были помечены при низкоуровневом форматировании, выглядят теперь как несчитываемые дорожки и секторы. Обнаружив такой участок, программа форматирования высокого уровня делает до пяти попыток прочесть записанные на нем данные. Но, как правило, если дефектный участок был отмечен при низкоуровневом форматировании, все попытки оказываются безуспешными.

После пяти попыток программа FORMAT переходит к следующим дорожкам или секторам. Участки, данные на которых не удалось прочесть с пяти попыток, помечаются в таблице FAT как дефектные кластеры.

Накопители на гибких дисках

В этом разделе подробно описаны дисководы для гибких магнитных дисков, правила их установки и использования. Здесь вы узнаете о типах дисководов, используемых в современных компьютерах.

История создания накопителей на гибких дисках

Работая в фирме IBM, Алан Шугарт (Alan Shugart) в конце 60-х годов изобрел накопитель на гибких дисках. В 1967 году он возглавлял команду, которая разрабатывала дисководы в лаборатории фирмы IBM. Именно здесь были созданы накопители на гибких дисках. Дэвид Нобль (David Noble), один из старших инженеров, работающих под руководством Шугарта, предложил гибкий диск (прообраз дискеты диаметром 8″) и защитный кожух с тканевой прокладкой. В

1969 году Шугарт вместе с более чем ста инженерами покинул IBM и в 1974 году его фирма Shugart Associates представила дисковод для миниатюрных (mini-floppy) гибких дисков на 5,25″, который стал стандартом, используемым в персональных компьютерах, быстро вытеснив дисководы для дисков диаметром 8″. Компания Shugart Associates также представила интерфейс Shugart Associates System Interface (SASI), который был переименован в Small Computer System Interface (SCSI) после формального одобрения комитетом ANSI в 1986 году.

В 1974 году Шугарт покинул Shugart Associates, а в 1978 году Финис Коннер (Finis Conner) пригласил его принять участие в разработке и выпуске дисководов с жесткими дисками диаметром 5,25″. Вместе они основали компанию Seagate Technology и объявили о создании накопителя на жестком диске ST-506/412, который в 1983 году был принят IBM для модели XT. Нужно признать, что Алан Шугарт внес огромный вклад в индустрию персональных компьютеров. Он и его компании создали гибкие и жесткие диски, накопитель SCSI и интерфейсы контроллеров, которые используются и по сей день. Все дисководы для гибких дисков в компьютерах PC основаны на оригинальных разработках Шугарта (или совместимы с ними).

Компоненты дисковода

В этом разделе описываются основные компоненты дисковода и объясняется, как они взаимодействуют во время чтения и записи данных. Все дисководы для гибких дисков, независимо от их типа, состоят из нескольких основных частей. Для того чтобы правильно установить и использовать дисковод, нужно разбираться в его компонентах и знать, для чего они предназначены (рис. 12.14).

Головки чтения/записи. Дисковод, как правило, имеет две головки для чтения и записи данных, т.е. является двусторонним. Для каждой стороны диска предназначено по одной головке; обе головки используются для чтения и записи на соответствующих поверхностях диска. Когда-то в персональных компьютерах устанавливались односторонние дисководы (например, в первых персональных компьютерах), но сегодня они вышли из употребления (рис. 12.15).

Замечание

Многие пользователи не знают, что первой головкой является нижняя головка (т.е. головка 0). В односторонних дисководах используется фактически только нижняя головка, а верхняя заменяется войлочной прокладкой (см. рис. 12.15). Верхняя головка (головка 1) расположена не точно над нижней, а смещена на четыре или восемь дорожек ближе к центру (относительно нее), в зависимости от типа дисковода. Поэтому то, что обычно называется *цилиндрами*, должно называться *конусами*.

Головки приводятся в движение двигателем, который называется *приводом головок*. Они могут перемещаться по прямой линии и устанавливаться над различными дорожками. Головки двигаются по касательной к дорожкам, которые они записывают на диск. Поскольку верхняя и нижняя головки монтируются на одном держателе (или механизме), они двигаются одновременно и не могут перемещаться независимо друг от друга. Головки представляют собой электромагнитные катушки с сердечниками из мягкого сплава железа. Каждая головка является сложным устройством, в котором головка чтения/записи расположена между двумя стирающими головками в одном физическом устройстве (рис. 12.16).

Метод записи называется *туннельной подчисткой*. При нанесении дорожек дополнительные головки стирают внешние границы, аккуратно подравнивая их на диске. Эти головки следят, чтобы данные находились только в пределах определенного узкого "туннеля" на каждой дорожке. Это препятствует искажению сигнала одной дорожки сигналами с соседних дорожек. Если сигнал "съедет" в сторону, то могут возникнуть проблемы. Дополнительное выравнивание дорожек исключает такую возможность.

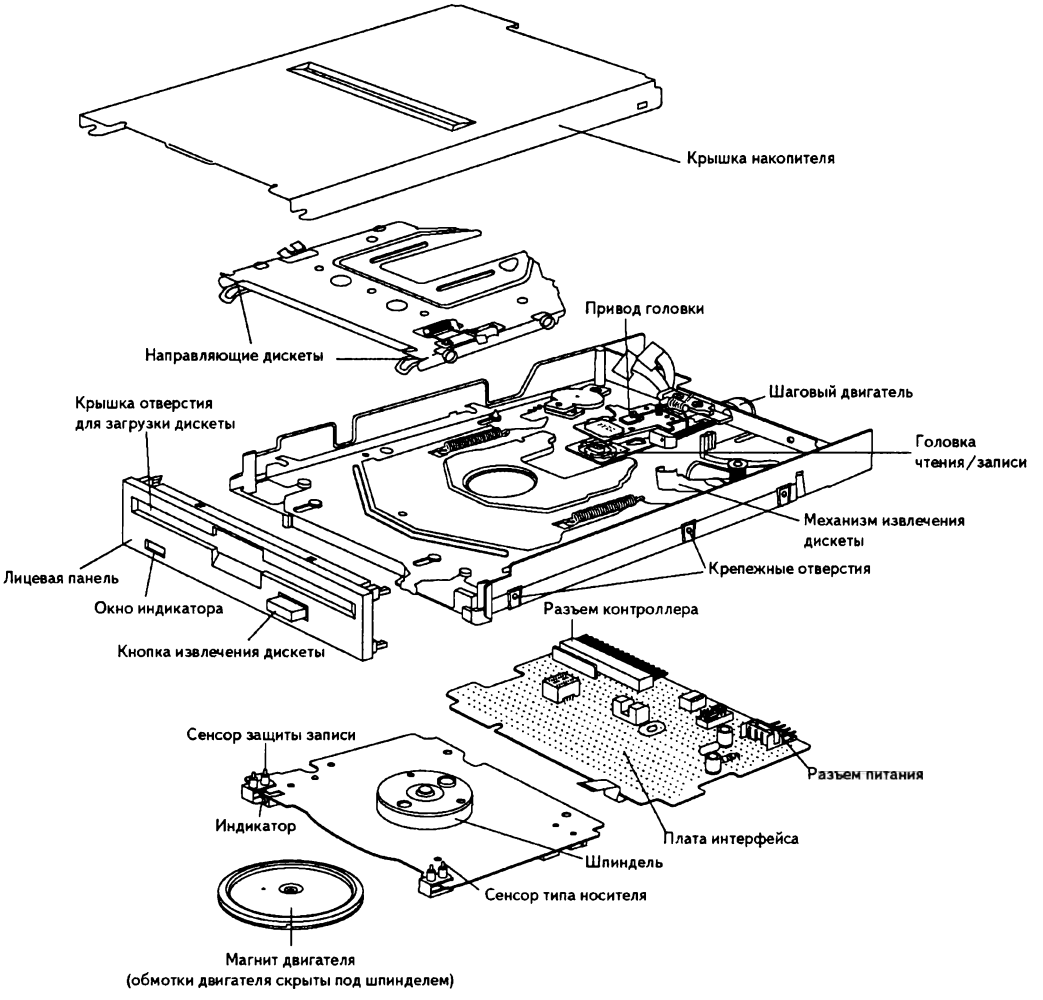


Рис. 12.14. Стандартный дисковод

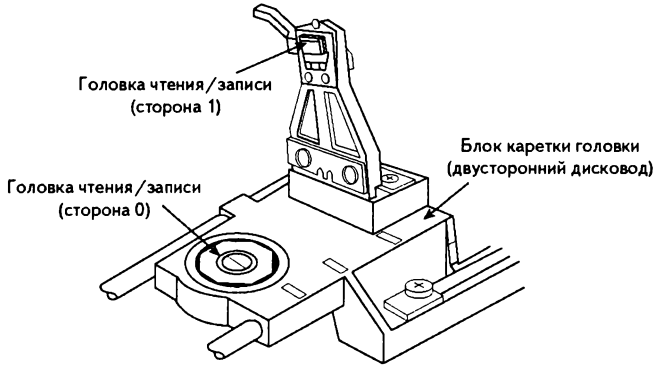


Рис. 12.15. Блоки головок в двустороннем дисководе

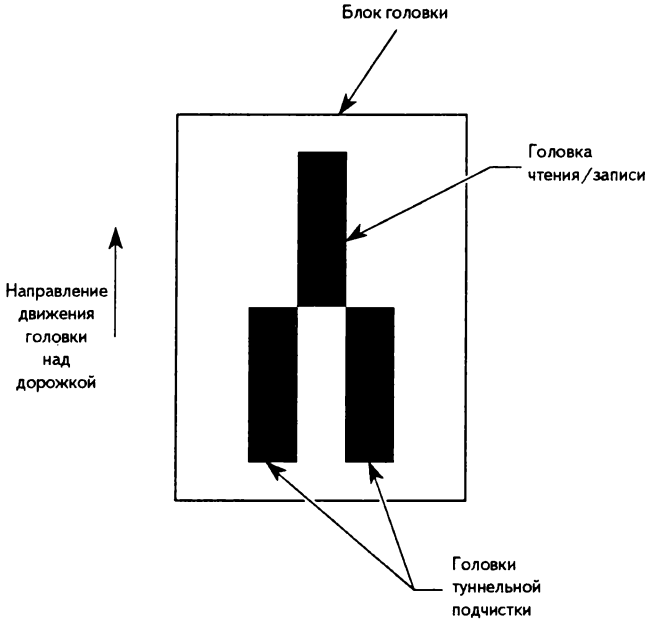


Рис. 12.16. Конструкция головки дисковода для гибких дисков

Позиционирование — это расположение головок относительно дорожек, которые используются ими для чтения и записи. Позиционирование головок можно проверить, сравнив его с головками эталонного диска, записанного на особо точном дисководе. Эталонные диски есть в продаже, и вы можете использовать их для проверки установки головок в вашем дисководе.

Головки снабжены пружинами и прижимаются к диску под небольшим давлением. Это означает, что они находятся в непосредственном *контакте* с поверхностью диска во время чтения и записи на диск. Поскольку дисководы для гибких дисков в IBM-совместимых компьютерах имеют скорость вращения всего 300 или 360 об/мин, это давление не вызывает особых проблем, связанных с трением. Новейшие диски покрываются специальными составами для уменьшения трения и повышения скольжения. В результате контакта между головками и диском на головках постепенно образуется налет оксидного материала диска. Этот слой должен периодически счищаться с головок во время профилактического ремонта или обычного обслуживания.

Для того чтобы информация была считана и записана правильно, головки должны находиться в непосредственном контакте с записывающей средой. Очень маленькие частицы отколовшегося оксида, грязь, пыль, дым и отпечатки пальцев могут вызвать проблемы при чтении и записи данных. Исследования производителей дисков и драйверов показали, что зазор величиной 0,000032″ (32 миллионные части дюйма) между головками и записывающей средой может вызывать ошибки чтения/записи. Теперь вы знаете, почему с дискетами нужно обращаться аккуратно и избегать загрязнения поверхности диска. Жесткая оболочка и защитная заслонка на окне для доступа головок на дискетах диаметром 3,5″ предотвращают загрязнение поверхности. Дискеты диаметром 5,25″ не имеют таких защитных элементов, поэтому с ними нужно обращаться аккуратнее.

Привод головок. *Привод головок* — это устройство с механическим двигателем, которое заставляет головки двигаться над поверхностью диска. В таких устройствах обычно используется шаговый двигатель, который осуществляет перемещения в двух направлениях с определенным приращением, или *шагом*. Этот двигатель поворачивается на точно определенный угол и останавливается. Шаговый двигатель выполняет перемещение между фиксированными ограни-

чителями, или упорами, и должен останавливаться при определенном положении ограничителя. Шаговые двигатели не могут осуществлять непрерывное позиционирование. Каждый шаг перемещения определяет *дорожку* на диске. Двигателем управляет контроллер диска, с помощью которого он может устанавливаться в соответствии с любым относительным приращением в пределах границ его перемещения. Например, для позиционирования головок на дорожке 25 двигатель должен получить команду перейти на позицию 25 шагового стопора.

Обычно шаговый двигатель соединен с держателем головок свернутой в спираль стальной лентой. Лента наматывается на ось шагового двигателя, превращая вращательное движение в поступательное. В некоторых дисководах вместо ленты используется *червячная передача*. В устройствах этого типа головки монтируются на червячной передаче, приводимой в движение непосредственно валом шагового двигателя. Поскольку это устройство более компактно, привод с червячной передачей устанавливается на миниатюрных дисководах на 3,5″.

Большинство шаговых двигателей, установленных в дисководах гибких дисков, осуществляет перемещение с определенным шагом, связанным с расстоянием между дорожками на диске. Большинство дисководов с 48 TPI (Track Per Inch — дорожек на дюйм) оснащено двигателем, который поворачивается с шагом 3,6°. Это означает, что каждый поворот двигателя на 3,6° перемещает головки с одной дорожки (или цилиндра) на другую. Большинство дисководов с 96 или 135 TPI имеет шаговый двигатель с приращением 1,8°, который равен половине шага в дисководах с 48 TPI. Иногда эти данные приводятся прямо на шаговом двигателе и могут быть полезными, когда нужно определить тип дисковода. Дисководы гибких дисков диаметром 5,25″ на 360 Кбайт выпускаются только с плотностью 48 TPI, в них используется шаговый двигатель с приращением 3,6°. Во всех остальных типах дисководов обычно используется шаговый двигатель с приращением 1,8°. Обычно шаговый двигатель выглядит как маленький цилиндр, расположенный в углу дисковода.

Шаговый двигатель поворачивается из одного крайнего положения в другое приблизительно за 0,2 с, или 200 мс. В среднем половина хода занимает 100 мс, а одна треть хода двигателя — 66 мс. Время половины и трети хода устройства привода головок часто используется для определения среднего времени доступа к дисководу. *Среднее время доступа* — это среднее время перемещения головок с одной дорожки на другую.

Двигатель привода диска. Двигатель привода диска вращает диск. Скорость вращения составляет 300 или 360 об/мин в зависимости от типа дисковода. Только дисковод для гибких дисков диаметром 5,25″ высокой плотности (HD) имеет скорость вращения 360 об/мин, все остальные дисководы, включая дисководы гибких дисков диаметром 5,25″ двойной плотности (DD), 3,5″ DD, 3,5″ HD и 3,5″ сверхвысокой плотности (ED), вращаются со скоростью 300 об/мин.

В старых дисководах двигатель вращал ось диска с помощью *ременной передачи*, но во всех современных дисководах используется *система прямого привода*. Система прямого привода надежнее, дешевле и компактнее. Старые дисководы с ременной передачей имели больший вращающий момент для поворота застревающего диска благодаря усиливающему множителю ременной передачи. В большинстве современных систем с прямым приводом используется автоматическая компенсация вращающего момента, которая устанавливает скорость вращения диска на фиксированную величину 300 или 360 об/мин и создает избыточный вращающий момент для застревающих дисков или уменьшает вращающий момент для скользящих дисков. Этот тип дисковода не требует настройки скорости вращения.

Платы управления. В дисководе всегда есть одна или несколько *плат управления*, или *логических плат*, на которых расположены схемы управления приводом головок, головками чтения/записи, вращающимся двигателем, датчиками диска и другими компонентами дисковода. Логическая плата осуществляет взаимодействие дисковода и платы контроллера в компьютере.

Во всех дисководах гибких дисков для персональных компьютеров используется интерфейс Shugart Associates SA-400, созданный Шугартом в 70-х годах. Благодаря этому стан-

дартному интерфейсу вы можете купить отдельно дисководы других производителей и подключить их непосредственно к контроллеру.

Совет

Управляющие платы дисководов могут выйти из строя, и их обычно трудно заменить. Часто одна плата стоит дороже всего дисковода. Я рекомендую сохранять испорченные дисководы, чтобы можно было использовать их оставшиеся целые части.

Контроллер. В первых моделях компьютеров накопители на гибких дисках подключались к плате расширения, установленной в разъем ISA системной платы. Позднее эти платы были усовершенствованы: кроме поддержки накопителя на гибких дисках была добавлена поддержка последовательного и параллельного портов, интерфейса IDE/ATA. В настоящее время все эти устройства интегрированы в системную плату.

Лицевая панель. *Лицевая панель* — это пластиковая панель, закрывающая переднюю часть дисковода. Эти панели, обычно съемные, могут быть различных цветов и конфигураций.

Разъемы. Почти все дисководы имеют хотя бы два разъема: один — для подводимого к дисководу электрического питания, а другой — для передачи сигналов управления и данных к дисководу и от него. Эти разъемы в компьютерной промышленности стандартизованы. Четырехконтактный линейный разъем Mate-N-Lock фирмы AMP большого и малого размеров используется для подключения питания (рис. 12.17), а 34-контактные разъемы — для сигналов данных и управления. В дисководах формата 5,25″ обычно используется большой разъем для питания и 34-контактный разъем, в то время как в большинстве дисководов формата 3,5″ для питания используется малый разъем.

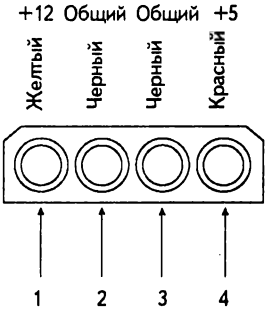


Рис. 12.17. Разъем кабеля питания дисковода

И большой, и малый разъемы со стороны кабеля питания являются разъемами-мамами. Они насаживаются на штыревой разъем (папу), который прикреплен непосредственно к дисководу. Одна из проблем, возникающих при установке на более старые машины дисководов формата 3,5″, заключается в том, что кабель питания компьютера часто имеет *только* большой разъем, а дисковод имеет малый разъем. Подходящий переходной кабель можно заказать у фирм, торгующих комплектующими для компьютеров.

В большинстве стандартных компьютеров используются дисководы формата 3,5″ с 34-контактными разъемами для сигналов и отдельным малым разъемом для питания. Для старых компьютеров многие производители дисководов продают также дисководы формата 3,5″, смонтированные на раме для дисководов формата 5,25″ и имеющие специальный переходник, позволяющий использовать большой разъем питания и стандартный разъем для сигналов.

Интерфейсный кабель дисковода гибких дисков. На дисководах формата 3,5″и 5,25″ используется 34-контактный разъем. Назначение контактов разъема приведено в табл. 12.9.

Таблица 12.9. Назначение контактов разъема стандартного дисковода

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	Общий	18	Направление (шаговый двигатель)
2	Не используется	19	Общий
3	Общий	20	Импульс шага
4	Не используется	21	Общий
5	Общий	22	Запись данных
6	Не используется	23	Общий
7	Общий	24	Запись разрешена
8	Индекс	25	Общий
9	Общий	26	Дорожка 0
10	Активизация двигателя A	27	Общий
11	Общий	28	Запрещение записи
12	Выбор дисковода B	29	Общий
13	Общий	30	Чтение данных
14	Выбор дисковода A	31	Общий
15	Общий	32	Выбор головки 1
16	Активизация двигателя B	33	Общий
17	Общий	34	Общий

Для подключения дисковода к разъему системной платы используется "странный" кабель. Для подключения различных дисководов в этом кабеле содержится пять разъемов: один для подключения к системной плате, и по одному для каждого типа дисковода (3,5″ и 5,25″) и каждого типа подключения (A и B) (рис. 12.18).

В этом кабеле линии 10–16 разрезаны и переставлены (перекручены) между разъемами дисководов. Это перекручивание переставляет первое и второе положения перемычки выбора дисковода и сигналы включения двигателя и, следовательно, меняет на противоположные установки DS для дисковода, находящегося *за* перекручиванием. Соответственно, все дисководы (и A, и B) в компьютере с этим типом кабеля имеют перемычки, установленные одинаково, а настройка и установка дисководов упрощается.

Физические характеристики и принципы работы дисководов

Сегодня в современных компьютерах используется дисковод 3,5″ для гибких дисков объемом 1,44 Мбайт. В более старых системах может быть установлен дисковод 5,25″ для гибких дисков объемом 1,2 Мбайт. А совсем уж "древние" модели дисководов 5,25″, рассчитанные на работу с дискетами объемом 360 Кбайт и 720 Кбайт, в настоящее время не используются.

Замечание

Физические размеры и составные части стандартных дискет устаревших форматов были описаны в предыдущих изданиях этой книги.

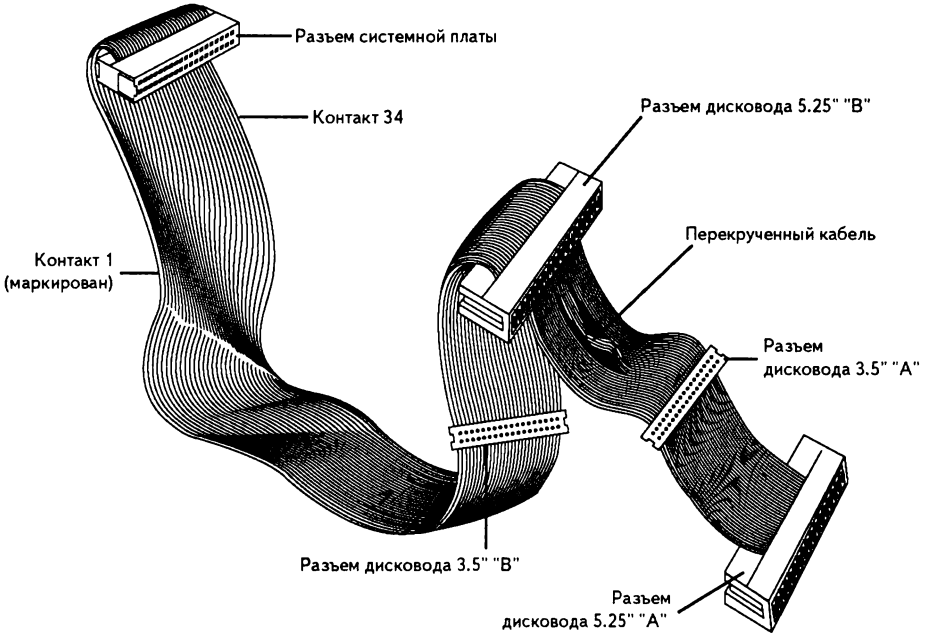


Рис. 12.18. Стандартный кабель для подключения дисковода

Дисковод работает довольно просто. Диск вращается в дисководе со скоростью 300 или 360 об/мин. Большинство дисководов работает на скорости 300 об/мин, и лишь дисковод формата 5,25″ на 1,2 Мбайт работает на скорости 360 об/мин. При вращении диска головки могут перемещаться вперед и назад на расстояние приблизительно в один дюйм и записывать 40 или 80 дорожек. Дорожки наносятся на обе стороны диска и поэтому иногда называются *цилиндрами*. В отдельный цилиндр входят дорожки на верхней и нижней сторонах дискеты.

При записи используется метод туннельной подчистки, который заключается в том, что сначала записываются дорожки определенной ширины, а затем края дорожек стираются, чтобы предотвратить взаимное влияние соседних дорожек.

Ширина дорожек дисководов может быть различной. В табл. 12.10 приведены размеры дорожек в миллиметрах и дюймах для пяти типов дисководов для гибких дисков, использующихся в компьютерах.

Таблица 12.10. Ширина дорожек в дисководах

Тип дисковода	Количество дорожек на каждой стороне	Ширина дорожки, мм	Ширина дорожки, дюйм
5,25″, 360 Кбайт	40	0,300	0,0118
5,25″, 1,2 Мбайт	80	0,155	0,0061
3,5″, 720 Кбайт	80	0,115	0,0045
3,5″, 1,44 Мбайт	80	0,115	0,0045
3,5″, 2,88 Мбайт	80	0,115	0,0045

Использование диска операционной системой. Для операционной системы данные на дисках ПК организованы в дорожки и секторы. *Дорожки* представляют собой узкие концентрические кольца на диске. *Секторы* — это области в виде "кусков торта" на диске.

В табл. 12.11 приведены стандартные форматы дисков.

Таблица 12.11. Форматы гибких дисков диаметром 5,25" и 3,5"

Параметры форматирования гибкого диска диаметром 5,25"	Двойная плотность, 360 Кбайт (DD)	Высокая плотность, 1,2 Мбайт (HD)
Размер сектора, байт	512	512
Количество секторов на каждой дорожке	9	15
Количество дорожек на каждой стороне	40	80
Количество сторон	2	2
Емкость, Кбайт	360	1200
Емкость, Мбайт	0,352	1,172
Емкость, млн байт	0,369	1,229

Параметры форматирования гибкого диска диаметром 3,5"	Двойная плотность, 720 Кбайт (DD)	Высокая плотность, 1,44 Мбайт (HD)	Сверхвысокая плотность, 2,88 Мбайт (ED)
Размер сектора, байт	512	512	512
Количество секторов на каждой дорожке	9	18	36
Количество дорожек на каждой стороне	80	80	80
Количество сторон	2	2	2
Емкость, Кбайт	720	1440	2880
Емкость, Мбайт	0,703	1,406	2,813
Емкость, млн байт	0,737	1,475	2,949

Вычислить емкость дискет для различных форматов можно, умножив количество секторов на число дорожек на одной стороне, на 2 для двух сторон и на размер сектора 512 байт. Емкость дискеты выражается тремя различными величинами. Чаще всего емкость измеряется в килобайтах (1 Кбайт равен 1024 байт). Это удобно для дискет размером 360 и 720 Кбайт и неудобно для дискет на 1,44 и 2,88 Мбайт. Дискета емкостью 1,44 Мбайт — это в действительности дискета на 1 440 Кбайт. Поскольку 1 Мбайт равен 1 024 Кбайт, то дискета на 1,44 Мбайт на самом деле имеет емкость 1,406 Мбайт. Можно выразить емкость дискеты и в миллионах байтов. В этом случае дискета на 1,44 Мбайт имеет емкость 1,475 млн байт. Для того чтобы увеличить путаницу в выражении емкости, и мегабайт, и миллион байтов в обозначениях дисководов различных фирм обозначаются одинаково: MB или M. Нет универсального стандарта для определения обозначения M или MB, поэтому в этой книге я делаю уточнения, если это необходимо.

На новых дискетах, как на чистых листах бумаги, нет никакой информации. *Форматирование дискеты* подобно нанесению линий на бумагу (для того чтобы можно было писать ровно). При

форматировании на дискету записывается информация, которая необходима операционной системе для поддержки каталога и таблицы списка файлов. При выполнении команды FORMAT для дискеты в Windows 9*x* или DOS одновременно выполняется низкоуровневое и высокоуровневое форматирование.

Операционная система почти полностью резервирует дорожку, находящуюся на внешней границе дискеты (дорожку 0), для своих целей. В первом секторе этой дорожки (дорожка 0, сектор 1) находится загрузочная запись DOS (DBR — DOS Boot Record) или загрузочный сектор (Boot Sector), который нужен для загрузки компьютера. В следующих нескольких секторах находятся таблицы размещения файлов (FAT — File Allocation Table), которые выполняют функции диспетчера, ведущего записи о том, в каких кластерах, или ячейках размещения, на диске есть данные и какие из них свободны. И, наконец, в нескольких следующих секторах находится корневой каталог, в котором DOS хранит информацию об именах и координатах начальных записей файлов, записанных на диске; вы можете увидеть эту информацию с помощью команды DIR.

Цилиндр. Термин *цилиндр* обычно используется как синоним *дорожки*. Цилиндр (cylinder) — это общее количество дорожек, с которых можно считать информацию, не перемещая головок. Поскольку гибкий диск имеет только две стороны, а дисковод для гибких дисков — только две головки, в гибком диске на один цилиндр приходится две дорожки. В жестком диске может быть много дисковых пластин, каждая из которых имеет две (или больше) головки, поэтому одному цилиндру соответствует множество дорожек.

Кластеры, или ячейки размещения данных. *Кластер* называют *ячейкой размещения данных*, так как отдельный кластер представляет собой наименьшую область диска, которую DOS может использовать при записи файла. Кластер, или ячейка размещения данных, занимает один или несколько секторов (обычно два и более). Если в кластере содержится более одного сектора, то уменьшается размер таблицы размещения файлов (FAT) и ускоряется работа DOS, так как ей приходится работать с меньшим количеством ячеек. Но при этом теряется некоторое пространство диска. Поскольку DOS может распределять пространство только кластерами, каждый файл поглощает пространство на диске с шагом в один кластер. В табл. 12.12 приведены стандартные размеры кластеров, используемых DOS и Windows для различных форматов гибких дисков.

Таблица 12.12. Стандартные размеры кластеров

Емкость гибкого диска	Размер кластера, секторов
5,25″, 360 Кбайт	2
5,25″, 1,2 Мбайт	1
3,5″, 720 Кбайт	2
3,5″, 1,44 Мбайт	1
3,5″, 2,88 Мбайт	2

Перемычка смены дискеты. Во всех современных компьютерах контакт 34 интерфейсного кабеля дисковода используется для передачи сигнала, называемого *сигналом смены дискеты*, или *DC* (*Diskette Changeline*).

С помощью сигнала смены дискеты можно определить, произошла ли смена дискеты и не вынималась ли дискета после последнего обращения к диску. Сигнал смены дискеты — это импульсный сигнал, который изменяет регистр состояния в контроллере и с помощью которого компьютер узнает о том, что дискета была вставлена или вынута. По умолчанию этот регистр устанавливается равным единице, чтобы указывать на то, что дискета была вставлена

(изменена). Когда контроллер посылает шаговый импульс дисководу и дисковод отвечает, что головки перемещены, то регистр очищается. В этот момент система знает о том, что определенная дискета находится в дисководе. Если сигнал смены дискеты не будет получен перед следующим обращением, система будет считать, что в дисководе все еще находится та же самая дискета. Следовательно, любая информация, считанная в память во время предыдущего доступа, может использоваться *без* повторного считывания диска.

Благодаря этому в оперативной памяти некоторых компьютеров может сохраняться содержимое таблицы размещения файлов (FAT) или структура каталогов диска. Без повторного считывания этой информации с диска скорость работы дисковода повышается. При замене дискеты сигнал DC отсылается контроллеру (сигнал переустанавливает регистр смены дискеты и сообщает, что диск был изменен). Это заставляет компьютер очистить загруженные в оперативную память данные, которые были считаны с диска, так как система не может быть уверена в том, что в дисководе все еще находится тот же самый диск.

С некоторыми дисководами могут возникать проблемы. В некоторых дисководах контакт 34 используется для передачи сигнала Ready (RDY). Он посылается, когда дискета установлена и диск вращается в дисководе. Если вы установите дисковод, в котором контакт 34 используется для передачи сигнала RDY, то компьютер будет "думать", что дисковод непрерывно посылает сигнал смены дискеты, и это вызовет проблемы. Обычно в такой ситуации система выдает сообщение об ошибке и прекращает работу.

Аналогичная проблема возникает, когда дисковод не отсылает сигнал DC на контакт 34, хотя должен это делать. Если компьютер при загрузке CMOS получает информацию о том, что это — не дисковод на 360 Кбайт (который не поддерживает сигнала DC), то система ожидает, что дисковод будет посылать сигнал DC при смене дискеты. Если дисковод настроен неправильно и не отсылает сигнала DC, система никогда не сможет узнать о том, что произошла смена дискеты. Поэтому, если вы на самом деле сменили дискету, система действует так, как будто предыдущая дискета все еще находится в дисководе, и сохраняет каталог и таблицу размещения файлов первой дискеты в оперативной памяти. Это грозит разрушительными последствиями, так как таблица размещения файлов (FAT) и каталог первого диска могут быть частично перенесены на все последующие диски, записанные на этом дисководе.

Внимание!

Если вы увидите каталоги — призраки предыдущей дискеты (даже если вы уже вынули или сменили ее), прежде всего разрешите эту проблему. Дело в том, что все дискеты, установленные после нее в этом компьютере, находятся под *угрозой*. Если ничего не предпринять, то, вероятнее всего, каталоги и таблицы размещения файлов первой дискеты будут *переписываться* на все последующие дискеты. Эти проблемы с сигналом смены дискеты чаще всего связаны с неправильной настройкой дисковода. Также причина может быть в том, что датчик снятия диска вышел из строя.

Все дисководы (кроме дисководов формата 5,25″ двойной плотности на 360 Кбайт) поддерживают сигнал смены дискеты.

Типы дисководов

Дисководы можно классифицировать по параметрам форматирования (табл. 12.13). Как следует из этой таблицы, емкость различных дисков определяется несколькими параметрами. Одни из них одинаковы для всех дисководов, а другие меняются в зависимости от дисковода. Например, все накопители, в том числе и на жестких дисках, создают 512-байтовые физические секторы.

Таблица 12.13. Параметры форматирования гибких дисков

	Современные форматы					Устаревшие форматы		
Диаметр диска, дюйм	**3,5″**	**3,5″**	**3,5″**	**5,25″**	**5,25″**	**5,25″**	**5,25″**	**5,25″**
Емкость диска, Кбайт	2880	1440	720	1200	360	320	180	160
Байт описания носителя	F0h	F0h	F9h	F9h	FDh	FFh	FCh	FEh
Количество сторон (головок)	2	2	2	2	2	2	1	1
Количество дорожек на каждой стороне	80	80	80	80	40	40	40	40
Количество секторов на дорожке	36	18	9	15	9	8	9	8
Размер сектора, байт	512	512	512	512	512	512	512	512
Количество секторов в кластере	2	1	2	1	2	2	1	1
Длина FAT в секторах	9	9	3	7	2	1	2	1
Количество FAT	2	2	2	2	2	2	2	2
Длина корневого каталога в секторах	15	14	7	14	7	7	4	4
Максимальное количество элементов в корневом каталоге	240	224	112	224	112	112	64	64
Общее количество секторов на диске	5760	2880	1440	2400	720	640	360	320
Количество доступных секторов	5726	2847	1426	2371	708	630	351	313
Количество доступных кластеров	2863	2847	713	2371	354	315	351	313

Дисковод формата 3,5″ на 1,44 Мбайт. Дисководы формата 3,5″ на 1,44 Мбайт высокой плотности (High Density — HD) впервые появились в компьютерах IBM типа PS/2 в 1987 году. Несмотря на то что IBM не предлагала дисковод этого типа для старых компьютеров, многие продавцы IBM-совместимых компьютеров начали устанавливать их по желанию покупателя сразу после его появления в PS/2.

Эти дисководы записывают 80 цилиндров из двух дорожек с 18 секторами на дорожке, создавая в результате емкость 1,44 Мбайт. Многие производители дискет указывают на них емкость 2,0 Мбайт (разница между емкостями появляется после форматировании). Отмечу, что общая емкость отформатированного диска не учитывает площади, которую отводит операционная система для управления файлами, оставляя для хранения файлов только 1 423,5 Кбайт.

Эти дисководы имеют скорость вращения 300 об/мин, поэтому они правильно взаимодействуют с существующими контроллерами высокой и низкой плотности. Для того чтобы использовать скорость передачи данных 500 000 бит/с, которая является максимальной для большинства стандартных контроллеров дисководов высокой и низкой плотности, эти дисководы должны иметь скорость 300 об/мин. Если дисковод будет вращать дискету со скоростью 360 об/мин, как дисковод формата 5,25″, он должен будет уменьшить число секторов на до-

рожку до 15, иначе контроллер не будет успевать обрабатывать сигналы. Короче говоря, дисководы формата 3,5″ на 1,44 Мбайт записывают в 1,2 раза больше данных, чем дисководы формата 5,25″ на 1,2 Мбайт, а дисководы на 1,2 Мбайт вращают диск в 1,2 раза быстрее, чем дисководы на 1,44 Мбайт. Скорость передачи данных одинакова в этих дисководах высокой плотности, и они совместимы с одними и теми же контроллерами. Поскольку дисководы формата 3,5″ высокой плотности могут работать со скоростью передачи данных 500 000 бит/с, контроллер, который поддерживает дисковод формата 5,25″ на 1,2 Мбайт, может поддерживать и дисковод на 1,44 Мбайт.

Дисковод формата 3,5″ на 2,88 Мбайт. Дисковод сверхвысокой плотности (Extra-high Density — ED) на 2,88 Мбайт был разработан фирмой Toshiba Corporation в 80-х годах и официально был представлен в 1987 году. Фирма Toshiba начала промышленный выпуск этих дисководов и дискет в 1989 году, и затем некоторые фирмы стали продавать эти дисководы для модернизации компьютеров. IBM официально приняла эти дисководы для установки в компьютерах PS/2 в 1991 году, и практически все PS/2, выпущенные с тех пор, содержат эти дисководы как стандартное оборудование. Поскольку дисковод на 2,88 Мбайт может читать и записывать дискеты на 1,44 Мбайт и 720 Кбайт, эта замена прошла легко. Для работы с дисководами на 2,88 Мбайт требуется DOS версии 5.0 или последующих.

Для поддержки дисковода на 2,88 Мбайт, необходимо модифицировать дисковый контроллер, так как эти дисководы имеют ту же скорость 300 об/мин, но записывают 36 секторов на одной дорожке. Поскольку все гибкие диски форматируются с последовательно пронумерованными секторами (interleave 1:1), эти 36 секторов должны быть считаны или записаны за то же время, которое требуется дисководу на 1,44 Мбайт для чтения и записи 18 секторов. Это требует от контроллера *гораздо* более высокой скорости передачи данных, равной 1 000 000 бит/с. У большинства более старых контроллеров дисководов, смонтированных на отдельной плате или встроенных в материнскую плату, максимальная скорость передачи данных составляет 500 000 бит/с. Для того чтобы использовать в компьютере дисковод на 2,88 Мбайт, необходимо установить контроллер, который поддерживает скорость передачи данных 1 000 000 бит/с.

Дополнительная проблема связана с ROM BIOS. Система BIOS должна иметь поддержку контроллера и возможность определять и воспринимать дисковод на 2,88 Мбайт как параметр CMOS. Новейшие микросхемы BIOS на материнской плате, изготовленные такими компаниями, как Phoenix, Ami и Award, поддерживают новые контроллеры сверхвысокой плотности.

Дисковод формата 3,5″ на 720 Кбайт. Дисководы формата 3,5″ на 720 Кбайт впервые появились в портативном компьютере IBM Convertible, выпущенном в 1986 году. Фактически все компьютеры фирмы IBM, выпускаемые с тех пор, оснащаются дисководами формата 3,5″. Этот дисковод также продается IBM отдельно как внутренний или внешний дисковод для компьютеров AT и XT.

> **Замечание**
>
> Следует отметить, что производители компьютеров Apple, Hewlett-Packard и других устанавливали дисководы формата 3,5″ задолго до их появления в IBM-совместимых компьютерах.

Дисковод формата 3,5″ на 720 Кбайт двойной плотности (Double Density — DD) обычно записывает 80 цилиндров из двух дорожек с девятью секторами на дорожку.

Интересно отметить, что многие производители указывают на дискетах емкость 1 Мбайт, и это верно. Разница между действительной емкостью 1 Мбайт и получаемой после форматирования емкостью, равной 720 Кбайт, возникает из-за того, что некоторое пространство на каждой дорожке занято заголовком и меткой окончания каждого сектора, промежутками между секторами и меткой начала дорожки перед первым сектором. Эти области не использу-

ются для хранения данных и дают разницу между емкостями неформатированной и отформатированной дискет. Многие производители указывают емкость неформатированной дискеты, так как заранее не известно, на каком компьютере будет форматироваться диск. Например, компьютеры Apple Macintosh могут записывать на той же дискете 800 Кбайт данных, что связано с другим методом форматирования.

Отмечу также, что в 720 Кбайт доступного пространства не учитывается пространство диска, которое DOS использует для управления диском (загрузочные секторы, таблицы размещения файлов, каталоги и т.п.), поэтому для хранения данных остается только 713 Кбайт.

В IBM-совместимых компьютерах дисководы формата 3,5″ на 720 Кбайт используются преимущественно в машинах типа XT, так как эти дисководы работают с контроллерами низкой плотности. В этих дисководах скорость вращения диска составляет 300 об/мин, и поэтому от контроллера требуется скорость передачи данных всего 250 КГц. Это такая же скорость, как в дисководах на 360 Кбайт, поэтому любой контроллер, работающий с дисководом на 360 Кбайт, работает и с дисководом на 720 Кбайт.

Проблема при установке дисковода формата 3,5″ на 720 Кбайт может возникнуть, если BIOS не предоставляет необходимой поддержки. В компьютерах IBM с ROM BIOS, датированной 06/10/85 (10 июня 1985 года) и позже, есть встроенная поддержка для дисководов на 720 Кбайт, и для работы с ними не нужны никакие драйверы. Если ROM BIOS вашего компьютера была выпущена раньше, воспользуйтесь программой `Driver.sys` из DOS версии 3.2 и последующих или командой `DRIVPARM` в файле `Config.sys` в некоторых версиях DOS других производителей, необходимой для поддержки работы этих дисководов. Конечно, обновление ROM BIOS не требует использования драйверов, и обычно именно это лучше всего сделать при установке в старый компьютер дисковода такого типа.

Дисковод формата 5,25″ на 1,2 Мбайт. Дисковод на 1,2 Мбайт высокой плотности впервые появился в компьютере IBM AT в августе 1984 года. Чтобы получить емкость 1,2 Мбайт в этом дисководе, нужно использовать дискету нового типа, но он может также читать и записывать (хотя не всегда надежно) дискеты низкой плотности на 360 Кбайт.

Дисковод формата 5,25″ на 1,2 Мбайт обычно записывает 80 цилиндров, состоящих из двух дорожек, начиная с цилиндра 0, находящегося на внешнем краю дискеты. Дисковод формата 5,25″ низкой плотности позволяет записывать в два раза больше цилиндров на почти том же пространстве диска. Эта возможность удваивает емкость диска, но это еще не все. Каждая дорожка делится на 15 секторов по 512 байт, что еще больше увеличивает емкость. Фактически эти дисководы записывают почти в четыре раза больше данных, чем дисководы на 360 Кбайт. Увеличение плотности записи на каждой дорожке потребовало использования специальных дисков усовершенствованной конструкции. Вначале эти дискеты были довольно дорогими и дефицитными. Многие пользователи некорректно использовали дискеты низкой плотности в дисководах формата 5,25″ на 1,2 Мбайт, пытаясь форматировать их на более высокую емкость 1,2 Мбайт, что приводило к потере данных.

Проблема совместимости с дисководами на 360 Кбайт возникает из-за того, что дисковод на 1,2 Мбайт записывает в два раза больше цилиндров на том же пространстве, что и дисковод на 360 Кбайт. Поскольку дисковод на 1,2 Мбайт рассчитан для записи 80 цилиндров на площади, на которой дисковод на 360 Кбайт записывает 40 цилиндров, головки дисковода на 1,2 Мбайт имеют меньший размер. Узкие головки могут создавать проблемы при перезаписи дорожек, нанесенных дисководом на 360 Кбайт с широкими головками, так как узкие головки дисковода на 1,2 Мбайт не перекрывают всю ширину дорожки, нанесенной дисководом на 360 Кбайт.

Дисковод формата 5,25″ на 1,2 Мбайт имеет скорость вращения 360 об/мин, или 6 об/с, или 1 оборот за 166,67 мс. Скорость вращения не зависит от типа вставленной дискеты: она одинакова для дискет и низкой, и высокой плотности. Для того чтобы записывать и считывать 15 секторов шесть раз в секунду, контроллер должен иметь скорость передачи данных

500 000 бит/с. Все стандартные контроллеры высокой и низкой плотности поддерживают эту скорость, следовательно, и эти дисководы. Конечно, необходима также поддержка этого режима работы контроллера на уровне BIOS. Если стандартный диск на 360 Кбайт установлен в дисководе высокой плотности, он вращается со скоростью 360 об/мин, поэтому для него требуется скорость передачи данных, равная 300 000 бит/с. Скорость 300 000 бит/с используется только для дисководов формата 5,25″ при чтении и записи дискет диаметром 5,25″ низкой плотности.

Практически все стандартные компьютеры типа AT имеют ROM BIOS, которая поддерживает работу контроллера с дисководом на 1,2 Мбайт, в том числе и скорость передачи данных 300 000 бит/с.

Дисковод формата 5,25″ на 360 Кбайт. Дисковод формата 5,25″ с низкой плотностью записи предназначен для создания диска стандартного формата емкостью 360 Кбайт. Несмотря на то что я упорно называю эти дисководы *дисководами низкой плотности*, официально они называются *дисководами двойной плотности*. Я использую термин *низкая плотность* потому, что термин *двойная плотность* вводит в заблуждение, особенно при сопоставлении с дисководами высокой плотности.

Термин *двойная плотность* возник по аналогии с термином *одинарная плотность*, относящимся к дисководу, в котором с помощью кодирования с частотной модуляцией (FM — Frequency Modulation) на дискету записывалось приблизительно 90 Кбайт данных. Дисковод этого (уже устаревшего) типа никогда не использовался в IBM-совместимых компьютерах, но устанавливался в таких старых системах, как портативный компьютер Osborne-1. Когда производители дисководов стали применять кодировку, называемую *модифицированной частотной модуляцией* (MFM — Modified Frequency Modulation), они начали использовать термин *двойная плотность*, чтобы указать на увеличение емкости дискеты почти в два раза. Во всех современных дисководах гибких дисков используется кодировка MFM.

Скорость вращения дисководов формата 5,25″ на 360 Кбайт — 300 об/мин, что составляет ровно 5 об/с. Все стандартные контроллеры дисководов поддерживают чередование (interleave) 1:1, при котором секторы на дорожке нумеруются (записываются и читаются) последовательно. Для того чтобы считывать данные и записывать их на диск на полной скорости, контроллер передает данные со скоростью 250 000 бит/с.

Все стандартные IBM-совместимые компьютеры включают поддержку этих дисководов на уровне ROM BIOS, поэтому вам не нужно искать для них специальное программное обеспечение или драйверы.

Конструкции дискет

Дискеты диаметром 5,25″ и 3,5″ различаются конструкциями и физическими свойствами.

Гибкий диск находится внутри пластикового футляра. Диск диаметром 3,5″ имеет более жесткий футляр, чем диск диаметром 5,25″. Сами же диски, в сущности, одинаковы, за исключением, конечно, их размеров.

В конструкции дискет этих двух типов есть и различия, и сходства. В этом разделе описаны физические свойства и конструкции дискет каждого типа.

Дискета формата 5,25″ имеет следующую конструкцию (рис. 12.19). В ее центре находится большое круглое отверстие. Когда закрывается дверца дисковода, конусообразный зажим захватывает и устанавливает дискету с помощью центрального отверстия. У многих дискет края отверстия окантованы пластиковым кольцом для того, чтобы диск выдерживал механические нагрузки со стороны захватывающего механизма. В дискетах высокой плотности это кольцо обычно отсутствует, так как погрешности его расположения на дискете могут привести к проблемам, возникающим при позиционировании головок.

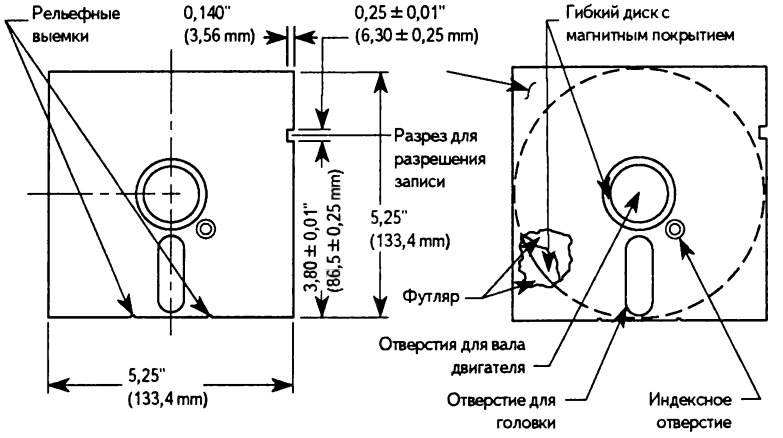


Рис. 12.19. Конструкция дискеты диаметром 5,25″

Справа, сразу под центральным отверстием, находится маленькое круглое отверстие, называемое *индексным отверстием*. Если вы аккуратно повернете диск, находящийся внутри футляра, вы увидите маленькую дырочку на диске. Дисковод использует индексное отверстие как начальную точку отсчета для всех секторов на диске — что-то вроде Гринвичского меридиана для секторов диска. Диск с одним индексным отверстием — это диск с программным разбиением на секторы; в данном случае число секторов на диске определяется программным обеспечением (операционной системой). В очень старых компьютерах использовались диски с аппаратным разбиением на секторы, которые имели индексные отверстия для каждого сектора.

Под центральным отверстием находится паз, немного напоминающий вытянутую беговую дорожку, через который видна поверхность диска. Через это отверстие головки дисковода считывают и записывают информацию на диск.

С правой стороны, на расстоянии примерно одного дюйма от верхнего края, в футляре дискеты имеется прямоугольная выемка. Если она есть, запись на диск разрешена. Дискеты без этой выемки (или с заклеенной выемкой) защищены от записи. Дискеты, которые продаются с записанными на них программами, обычно не имеют этой выемки.

На обратной стороне футляра, внизу, возле отверстия для головок есть две очень маленькие овальные выемки, которые смягчают нагрузку на диск и предохраняют его от искривления. Дисковод может также использовать эти выемки, чтобы установить диск в правильное положение.

Поскольку дискеты диаметром 3,5″ находятся в гораздо более жестком пластиковом корпусе, который позволяет стабилизировать диск, запись на них может выполняться при гораздо большей плотности дорожек и данных, чем на дискетах диаметром 5,25″ (рис. 12.20). Отверстие для доступа головок закрыто металлической заслонкой. Заслонка открывается дисководом. Это защищает поверхность диска от воздействия окружающей среды и прикосновения пальцев. Заслонка также устраняет необходимость в дополнительном чехле для диска.

Вместо индексного отверстия в дискетах диаметром 3,5″ используется металлическая втулка с установочным отверстием, которая находится в центре дискеты. Дисковод захватывает металлическую втулку, а отверстие во втулке позволяет правильно установить дискету.

В нижней левой части дискеты расположено отверстие с пластиковой заслонкой — отверстие для защиты от записи. Если заслонка расположена так, что отверстие открыто, значит, диск защищен от записи. Когда заслонка закрывает отверстие, запись разрешена. Для более надежной защиты от записи некоторые коммерческие программы поставляются на дискетах без заслонки, поэтому осуществить запись на диск будет совсем не просто.

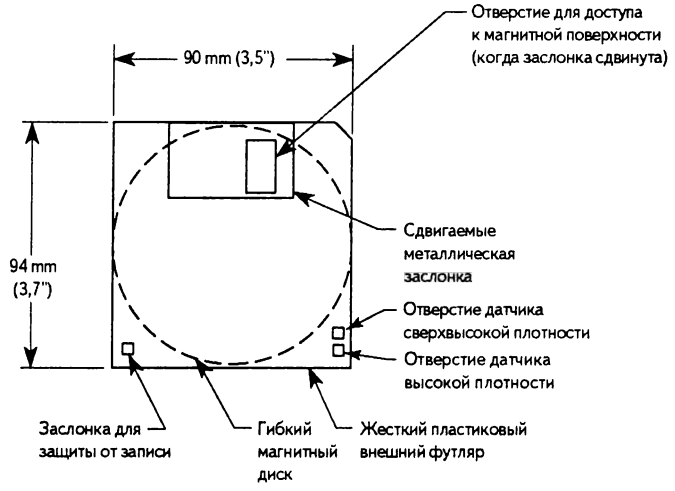


Рис. 12.20. Конструкция дискеты диаметром 3,5″

На противоположной относительно отверстия защиты от записи стороне дискеты (справа) в футляре может быть еще одно отверстие, которое называется *отверстием для датчика типа дискеты*. Наличие этого отверстия означает, что диск имеет особое покрытие и является диском высокой или сверхвысокой плотности. Если отверстие для датчика типа дискеты находится точно напротив отверстия защиты, значит, емкость дискеты — 1,44 Мбайт. Если отверстие датчика среды смещено к верхней части дискеты (металлическая заслонка в этом случае находится в верхней части дискеты), значит, это дискета сверхвысокой плотности. Отсутствие отверстий на правой половине означает, что дискета имеет низкую плотность. В большинстве дисководов формата 3,5″ имеется датчик типа дискеты, который управляет записью в зависимости от расположения и наличия этих отверстий.

Дискеты диаметром 3,5″ и 5,25″ сделаны из одинаковых основных материалов. В них используется пластиковое основание, покрытое магнитным составом. Жесткий футляр на дискетах диаметра 3,5″ часто вводит пользователей в заблуждение — они считают, что эти диски являются разновидностью жесткого диска, а не настоящим гибким диском. "Начинка" внутри корпуса формата 3,5″ является такой же гибкой, как и в дискете формата 5,25″.

Типы и параметры дискет. Ниже описаны все типы дискет, которые можно приобрести для компьютеров. Особенно интересны технические спецификации, которые отличают один тип дискеты от другого. Здесь также определены параметры, используемые для описания обычной дискеты. В табл. 12.14 приведены наиболее "интересные" параметры всех типов дискет.

Таблица 12.14. Параметры магнитных покрытий дискет

	5,25"			3,5"		
Параметр магнитного покрытия	**Двойная плотность (DD)**	**Четверная плотность (QD)**	**Высокая плотность (HD)**	**Двойная плотность (DD)**	**Высокая плотность (HD)**	**Сверхвысокая плотность (ED)**
Плотность дорожек (TPI)	48	96	96	135	135	135
Линейная плотность (BPI)	5 876	5 876	9 646	8 717	17 434	34 868

Окончание табл.12.14

	5,25"			3,5"		
Параметр магнитного покрытия	**Двойная плотность (DD)**	**Четверная плотность (QD)**	**Высокая плотность (HD)**	**Двойная плотность (DD)**	**Высокая плотность (HD)**	**Сверхвысокая плотность (ED)**
Основа магнитного слоя	Fe	Fe	Co	Co	Co	Ba
Коэрцитивная сила, Э	300	300	600	600	720	750
Толщина, микродюйм	100	100	50	70	40	100
Полярность записи	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Вертикальная

Плотность записи. *Плотность записи* (*density*) — это количество информации, которое может быть надежно (!) размещено на определенной площади записывающей поверхности.

Диски имеют два типа плотности — радиальную и линейную. *Радиальная плотность* указывает, сколько дорожек может быть записано на диске, и выражается в количестве дорожек на дюйм (TPI — Track Per Inch). *Линейная плотность* — это способность отдельной дорожки накапливать данные; часто выражается в количестве битов на дюйм (BPI — Bits Per Inch). К сожалению, эти типы плотности часто путают.

Коэрцитивная сила и толщина магнитного слоя. Коэрцитивная сила обозначает напряженность магнитного поля, необходимую для правильной записи данных на диск. *Коэрцитивная сила*, как и напряженность магнитного поля, измеряется в эрстедах (Э). Для диска с высокой коэрцитивной силой требуется более сильное магнитное поле для выполнения записи. Диски с низкой коэрцитивной силой могут записываться слабыми магнитными полями. Другими словами, чем меньше коэрцитивная сила, тем чувствительнее диск.

Еще одним фактором является толщина магнитного слоя диска. Чем тоньше магнитный слой, тем меньше влияет одна область диска на другую — соседнюю. Поэтому диски с тонким магнитным покрытием могут накапливать гораздо больше данных на дюйм без ухудшения качества.

Правила обращения с дискетами. Большинство пользователей знают основные правила обращения с дискетами. Диск может быть поврежден или разрушен, если вы:

- дотрагиваетесь к записывающей поверхности;
- пишете на этикетке дискеты шариковой ручкой или карандашом;
- сгибаете дискету;
- заливаете дискету жидкостью;
- перегреваете дискету (оставляя ее на солнце или возле радиатора отопления);
- подвергаете дискету действию магнитных полей.

Дискеты являются довольно прочными устройствами; я не могу сказать, что когда-либо испортил дискету тем, что писал на ней (тем более что я это делаю всегда). Я просто стараюсь не нажимать *слишком* сильно, чтобы не вызвать изгиб диска. Простое прикосновение к диску не разрушает его, а загрязняет диск и головки дисковода жиром и грязью. Опасность для дисков представляют *магнитные поля*, которые не видны и иногда могут быть обнаружены в совершенно непредвиденных местах.

Например, все цветные мониторы (и цветные телевизоры) имеют вокруг лицевой части трубки размагничивающую катушку, которая предназначена для размагничивания маски кинескопа при включении монитора. Эта катушка соединена с линией переменного тока и управляется *термистором*, который выдерживает гигантский всплеск напряжения, возникающий при включении трубки на катушке и ослабевающий, когда трубка разогревается. Размагничивающая катушка предназначена для удаления любого случайного магнитного поля из теневой маски кинескопа. Остаточный магнетизм в этой маске может отклонять электронные лучи, и изображение будет иметь странные цвета или будет расфокусированным.

Если вы храните дискеты рядом (примерно на расстоянии 30 см) с экраном цветного монитора, вы подвергаете их действию *сильного* магнитного поля при каждом включении монитора. Поскольку это магнитное поле специально создается для размагничивания объектов, оно так же успешно размагничивает дискеты. Размагничивание постепенно накапливается, а потеря данных становится необратимой.

Рентгеновские установки и металлоискатели в аэропортах. Мне часто приходится опровергать миф о том, что рентгеновские установки иногда разрушают диски. Я приобрел большой опыт в этой области, путешествуя с портативным компьютером и дискетами. Я преодолеваю около 150 000 миль ежегодно, а мой компьютер и дискеты проходят через рентгеновские установки более 100 раз в год.

Многие люди, перевозящие компьютеры или дискеты, отказываются пропустить свой багаж через рентгеновскую установку в аэропорту, совершая при этом ошибку. По сути, рентгеновские лучи — это один из видов световых волн, поэтому они не оказывают действия на дискеты и компьютеры при тех интенсивностях, которые существуют в этих машинах. А вот детектор металлов может разрушить магнитное покрытие. Неоднократно мне приходилось видеть, как пассажир с портативным компьютером или дискетами проходит проверку на безопасность. Он останавливается и говорит: "У меня компьютер и дискеты, поэтому проверьте меня руками". Этот человек затем отказывается положить дискеты и компьютер на транспортер рентгеновской установки и проходит через металлоискатель с компьютером и дискетами в руках или передает эти вещи на досмотр, и они находятся очень близко к металлоискателю. Металлоискатель работает путем сканирования изменений в слабом магнитном поле. Металлический предмет, попадающий в область поля, изменяет величину магнитного поля, что и регистрируется детектором. Магнитные поля, которые используются в металлоискателе, могут представлять *угрозу* для дискет. А вот рентгеновская установка — наиболее *безопасный* способ подвергнуть контролю дискеты или компьютер.

Рентгеновская установка не представляет опасности для магнитных покрытий, так как она просто подвергает объект действию электромагнитного излучения определенной (очень высокой) частоты. Примером электромагнитного излучения другой частоты является синий свет. Единственным отличием между рентгеновским излучением и синим светом является частота (или длина волны) излучения.

Электромагнитное излучение — это форма энергии, распространяющейся в виде волны и характеризующейся взаимно перпендикулярными переменными электрическими и магнитными полями. Электромагнитная волна излучается колеблющимся электрическим зарядом. Эта волна не является магнитным полем. Когда вещество подвергается воздействию электромагнитного излучения, энергия этого излучения превращается в тепловую, электрическую, механическую или химическую энергию, но не в магнитное поле. Другими словами, электромагнитная волна генерирует или тепло, или переменный электрический ток в том объекте, через который она проходит.

Меня, например, ударило электрическим током, когда я дотронулся до металлического предмета вблизи очень мощного любительского радиопередатчика. Микроволновая печь создает тепловую (кинетическую) или даже электрическую энергию в предметах по тому же принципу. Хотя микроволновая печь сконструирована так, чтобы увеличивать кинетическую

энергию молекул облучаемого вещества, но большинство из вас знает, что, если поместить проводящий (металлический) предмет в микроволновую печь, в нем генерируется переменный электрический ток, и можно даже видеть искры. Это результат действия электрической энергии, а не магнитного поля. Поскольку диск не является хорошим проводником, единственное заметное влияние электромагнитного поля высокой мощности на гибкий диск состоит в генерации кинетической (или тепловой) энергии. Другими словами, единственный способ, которым рентгеновские лучи, видимый свет или другое излучение в этой области электромагнитного спектра могут испортить диск, — его нагревание.

Если бы электромагнитное излучение могло действительно намагничивать диски, как магнитное поле, то все магнитные покрытия дисков и магнитных лент находились бы в опасности. Множество электромагнитных волн проходит через вас и через все ваши диски и магнитные ленты. Эти излучения не представляют опасности размагничивания, так как действие излучения на объект — это генерация электрической, тепловой, механической или химической энергии, а не намагничивание объекта. Я не хочу сказать, что электромагнитное излучение не может причинить вреда дискете; конечно, может, но происходит это из-за нагревания дискеты.

Вы, вероятно, знаете, что может сделать с диском чрезвычайно сильное электромагнитное излучение солнца. Оставьте дискету на солнечном месте на какое-то время — и вы увидите тепловое действие этого излучения. Микроволновая печь также оказывает подобное "поджаривающее" действие на дискету, но гораздо более интенсивное. Если говорить серьезно, то уровни электромагнитного излучения, которым мы обычно подвергаемся, или те, которые существуют в рентгеновской установке аэропорта, не представляют угрозы для дискет. Интенсивность поля слишком мала для того, чтобы вызвать заметное повышение температуры дискеты, и это излучение не оказывает магнитного влияния на диск.

Некоторые люди опасаются влияния рентгеновских лучей на микросхемы EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory — стираемая программируемая память только для чтения). Это беспокойство оправдано больше, чем волнение по поводу разрушения дискеты, так как микросхемы EPROM стираются определенными видами электромагнитного излучения. Но в данном случае эти опасения напрасны.

Память EPROM стирается под действием очень интенсивного ультрафиолетового света. Для очистки памяти EPROM микросхема должна находиться на расстоянии 1″ от источника ультрафиолетового света интенсивностью 12 000 Вт/см^2 с длиной волны 2 537 ангстрем в течение 15–20 мин. Увеличение мощности источника света или уменьшение расстояния до него может уменьшить время стирания до нескольких минут. Рентгеновская установка аэропорта отличается по длине волны в 10 000 раз, а напряженность поля, длительность и расстояние от источника излучения не сравнимы с теми, которые нужны для стирания памяти микросхемы EPROM. Можно напомнить о том, что многие производители печатных плат используют рентгеновские установки для тестирования и проверки качества плат (на которых могут находиться и микросхемы EPROM) во время производственного процесса.

Я сам провел испытания: пропускал одну дискету через различные рентгеновские установки в аэропортах в течение *двух* лет, в среднем по два-три раза в неделю. Эта дискета никогда не переформатировалась и оставалась невредимой со всеми исходными файлами и данными. У меня было также несколько портативных компьютеров с жесткими дисками, один из них проходил через рентгеновские установки каждую неделю в течение более четырех лет безо всяких последствий. Я предпочитаю пропускать компьютеры и дискеты через рентгеновскую установку, так как ее корпус служит экраном для магнитных полей, создаваемых детектором металлов, стоящим возле нее. Кроме того, здесь присутствует психологический фактор, так как после просвечивания рентгеновскими лучами проверяющий обычно не требует, чтобы я включил компьютер.

Вы можете не поверить моему опыту, но недавно было опубликовано научное исследование, подтверждающее то, о чем я говорил. (Это исследование было сделано двумя учеными,

один из которых занимается разработкой рентгеновских трубок.) Публикация называлась "Рентгеновские лучи в аэропорту и гибкие диски: нет причин для беспокойства" и была опубликована в 1993 году в журнале *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. В статье говорилось, что было тщательно изучено возможное влияние рентгеновских лучей на данные, записанные на гибких дисках стандартных форматов. Диски подвергались облучению дозами рентгеновских лучей, в семь раз превышающими те, которые используются во время проверки багажа в аэропорту. Читаемость почти 14 Мбайт данных под действием облучения рентгеновскими лучами не нарушилась, тем самым был подтвержден тот факт, что гибкие диски не нуждаются в специальных мерах защиты во время проверки багажа с помощью рентгеновских лучей. Более того, эти диски были проверены по истечении двух лет хранения и никаких ухудшений параметров обнаружено не было.

Установка дисковода

Установить дисковод для гибких дисков довольно просто. Эта процедура выполняется в два этапа. Первый включает настройку дисковода, а второй представляет собой саму установку. Первый из этих шагов является обычно самым трудным, его выполнение определяется вашими знаниями о дисковом интерфейсе и тем, есть ли у вас соответствующее руководство по эксплуатации дисковода.

Замечание

Процедура установки дисковода в корпусе компьютера аналогична процедуре установки жесткого диска — необходимо закрутить всего лишь несколько винтов.

Подключая дисковод, убедитесь, что кабель питания установлен правильно. Обычно у него есть ключ, в этом случае он не может быть подключен неправильно. Подключите кабель данных и управления. Если у него нет ключа, который допускает только правильную ориентацию кабеля, определите контакт 1 по цвету проводов. Этот кабель ориентирован правильно, если окрашенный провод подключен в разъем дисковода со стороны выемки предохранителя в разъеме дисковода.

Ремонт дисководов

За последние годы отношение к ремонту дисководов гибких дисков изменилось в основном из-за снижения их стоимости. Когда дисководы были дорогими, пользователи часто предпочитали их ремонтировать, а не заменять. Сейчас же некоторые виды ремонта, требующие больших затрат времени и деталей, стали стоить почти столько же, сколько полная замена дисковода. Обычно ремонт дисководов сводится к чистке дисковода и головок и смазыванию механических устройств.

Чистка дисководов. Иногда проблемы, возникающие при чтении и записи, связаны с загрязнением головок дисковода. Почистить дисковод довольно легко. Проще всего использовать для этого специальный комплект для чистки головок, который можно купить в магазине компьютерных принадлежностей. Это устройство просто в применении и не требует открывания системного блока для доступа к дисководу. Второй метод — почистить головки вручную: для этого нужно использовать тампон, смоченный спиртом. Вы должны открыть системный блок для доступа к дисководу и во многих случаях (особенно в старых дисководах полной высоты) вытащить и частично разобрать дисковод. Чистка вручную дает лучший результат, но требует слишком много времени.

Комплекты для чистки бывают двух видов. В комплекте для *влажной* чистки используется жидкость, вытекающая на чистящий диск для обмывания головок, в наборе для *сухой* чистки используется абразивный материал на чистящем диске для удаления налета с головок. Я советую *никогда* не использовать сухой очищающий диск. Всегда применяйте влажную сис-

тему, в которой используется жидкий раствор. Сухие диски могут преждевременно *изнашивать* головки, если их слишком часто или неправильно использовать, в то время как влажная система совершенно безопасна.

Вы должны иметь доступ к головкам для того, чтобы почистить их вручную ватным тампоном, смоченным в чистящем растворе. Этот метод требует определенного уровня подготовки: неправильно прочищая головки тампоном, можно нарушить их позиционирование. Нельзя использовать движение из стороны в сторону (относительно линии перемещения головок), так как это может застопорить головку и разрегулировать ее. Я всегда рекомендую использовать влажный очищающий диск, это просто и безопасно.

На семинарах мне часто задают вопрос: "Как часто нужно чистить дисковод?". Только вы сами можете ответить на этот вопрос. В какой обстановке находится компьютер? Курите ли вы возле него? Если да, то чистить придется чаще. Обычно дисководы чистят примерно раз в год, если компьютер находится в чистом помещении. В прокуренных помещениях вам придется чистить дисковод каждые шесть месяцев или чаще. В грязных промышленных цехах нужно очищать головки каждый месяц. Вам поможет ваш собственный опыт. Если DOS выдает сообщения об ошибках, вы должны почистить головки для того, чтобы попытаться таким способом решить эту проблему. Если это помогло, то вы сможете определить, за какое время загрязнились головки, и установить интервал между профилактическими процедурами.

В некоторых случаях вам может понадобиться нанести очень малое количество смазки на механизм дверцы и другие точки механических контактов внутри дисковода. Используйте только чистую силиконовую смазку. Масло быстро притягивает грязь и обычно приводит к тому, что смазанные маслом механизмы впоследствии плохо работают. Силикон не притягивает грязь в такой степени и является безопасным в применении. Используйте очень *малые* количества силикона, не капайте и не разбрызгивайте его внутри дисковода. Старайтесь, чтобы смазка попала только на те места, где она нужна. Если смазка зальет весь дисковод, то возникнут новые проблемы.

Юстировка дисководов. Если ваш накопитель разъюстирован, вы заметите, что другие дисководы не смогут прочитать ваши диски, и, возможно, вы не сможете прочитать информацию с дисков, записанную на других дисководах. Такая ситуация может быть опасной, если вы позволите распространяться ей бесконтрольно. Если юстировка дисковода плоха, то вы заметите, что невозможно прочесть оригинальный диск, хотя диски, записанные на вашем дисководе будут читаться.

Для решения этой проблемы вам необходимо переюстировать дисковод. Я не рекомендую юстировать дисковод — дешевле приобрести новый.

Следует отметить, что заново юстированный дисковод может не читать информацию с дисков, записанных до юстировки. Если вы замените разъюстированный накопитель новым и сохраните разъюстированный накопитель, то сможете использовать его для перезаписи информации на заново отформатированные в новом дисководе диски.

Юстировка дисководов стоит довольно дорого и поэтому выполняется редко. Для нее требуется осциллограф, специальный юстировочный диск и руководство по эксплуатации дисковода. Кроме того, вам придется потратить на эту процедуру около часа.

В новой программе Drive Probe фирмы Accurite используются специальные тестовые диски, которые называются *тестовыми дисками высокого разрешения HRD*. Эти диски имеют ту же точность, что и аналоговые диски AAD, и не требуют использования осциллографа для юстировки. Вы не должны использовать программы, основанные на более старых тестовых цифровых дисках DDD или спирально отформатированных тестовых дисках, так как они не обладают достаточной точностью для того, чтобы их можно было использовать для юстировки дисковода.

Большинство дисководов для гибких дисков стоит не больше $30, поэтому юстировка дисковода сравнима по затратам с его заменой. В фирмах юстировку дисководов обычно выполняют за $25–50. Сравните эту сумму со стоимостью дисковода.

Накопители со сменными носителями

Для того чтобы понять причину постоянной нехватки дискового пространства в современных компьютерах, достаточно взглянуть на количество и объем файлов, находящихся в двух основных каталогах Windows (обычно это `C:\Windows` и `C:\Windows\System`). После установки нескольких приложений общий объем файлов в этих каталогах может превысить 100 Мбайт. Это связано с тем, что почти каждая программа-приложение размещает в данных каталогах свои рабочие файлы с расширениями DLL, 386, VBX, DRV, TTF и др. Такая же ситуация характерна и для Windows NT, OS/2 и UNIX.

В этом разделе вы познакомитесь с новыми устройствами для хранения данных — дисковым накопителям большой емкости со сменными носителями. Размеры одних носителей соответствуют размерам дискеты формата 3,5", размеры других — дискеты формата 5,25".

Такие накопители емкостью от 35 Мбайт до 2 Гбайт и выше обладают довольно высоким быстродействием. На сменных дисках можно хранить данные или редко используемые программы, а также переносить с одного компьютера на другой большие файлы, например графические. В конце концов, на такой диск можно переписать особо важную или конфиденциальную информацию и убрать его подальше от посторонних глаз.

Замечание

Накопители со сменными носителями прекрасно подходят для архивации системы.

Типы накопителей со сменными носителями. Наиболее широко распространены накопители со сменными носителями двух типов: с магнитными и оптическими дисками (иногда называемыми *магнитооптическими*). С точки зрения кодирования и способов записи данных, накопители с магнитными носителями принципиально не отличаются от дисководов и обычных жестких дисков. В накопителях с магнитооптическими носителями используется новейший способ кодирования данных на диске в сочетании с традиционной магнитной и лазерной технологиями.

Емкости накопителей обоих типов приблизительно одинаковы, но быстродействие устройств с магнитными носителями значительно выше быстродействия магнитооптических носителей. Например, среднее время доступа накопителей первого типа (фирмы SyQuest) составляет 14 мс, а время доступа накопителей второго типа — более 30 мс. Магнитооптические накопители примерно вдвое дороже, но картриджи для них значительно дешевле, чем для магнитных накопителей. Поэтому, если вам приходится хранить большие объемы данных, общая стоимость магнитооптического накопителя вместе с картриджами может оказаться ниже, чем при использовании магнитных дисков.

Кроме ценового параметра обратите внимание на тип подключения накопителя. Я не рекомендую вам приобретать накопитель, который подключается к параллельному порту. Единственное преимущество таких накопителей — возможность подключения к любому компьютеру. Однако скорость передачи данных такого накопителя будет невысока. Наилучшим решением будет выбор внутреннего или внешнего SCSI- или IDE-накопителя.

Ниже описаны магнитные и магнитооптические накопители.

Накопители с магнитными носителями

Устройства со сменными магнитными носителями выпускаются всего лишь несколькими компаниями. Лидером среди них является фирма Iomega, которая первой наладила выпуск накопителей большой емкости и картриджей, отличающихся исключительной прочностью и надежностью. Хорошо зарекомендовали себя также фирмы SyQuest и 3M.

Сменные магнитные накопители обычно имеют формат гибких или жестких дисков. Например, популярный накопитель Zip является лишь 3,5-дюймовой модификацией накопителя

типа Bernoulli фирмы Iomega. Новый накопитель LS-120 фирмы 3M записывает информацию на диски емкостью 120 Мбайт, которые выглядят почти так же, как и гибкие диски емкостью 1,44 Мбайт.

Накопители на гибких оптических дисках. Еще одной завоевавшей признание разновидностью накопителей повышенной емкости со сменным носителем являются накопители на *гибких оптических дисках* (*floptical drives*). Накопители емкостью 21 и 120 Мбайт просуществовали довольно долго, и только недавно накопители на 21 Мбайт стали выходить из употребления. Они были созданы фирмой Insite Peripherals и использовали диски, размер которых равен размеру 3,5-дюймовых дискет. Недавно фирмы 3M и Matsushita разработали новый накопитель LS-120, способный хранить 120 Мбайт на диске формата 3,5". Кроме того, в накопителях этого типа можно считывать и записывать информацию на дискеты емкостью 1,44 Мбайт и 720 Кбайт (они не могут работать с дисками емкостью 2,88 Мбайт). В каком-то смысле их можно рассматривать как универсальные дисководы, способные заменить нынешние накопители на гибких дисках.

Присутствие в названии слова *оптический* наводит на мысль о том, что данные записываются на диск с помощью лазерного луча (выжигаются, или "гравируются"), как на CD-ROM или магнитооптических дисках. Однако это не так. Информация записывается традиционным магнитным способом — с помощью головок записи/чтения. На поверхность диска нанесен такой же ферромагнитный слой, как и на обычные гибкие и жесткие диски. Столь большая емкость достигается за счет того, что количество дорожек на гибких оптических дисках увеличено до 755 по сравнению с 80 на обычной дискете HD. Естественно, что ширина дорожек при этом значительно уменьшилась.

Именно здесь и вступает в действие оптика. Для точного подведения головок записи/чтения к дорожкам используется "оптический прицел". На диск наносится разметка дорожек записи. Она "впечатывается" в поверхность диска и не может быть уничтожена при записи. В процессе чтения или записи механизм привода головок управляется сигналом с лазерного датчика, с помощью которого и определяются текущие координаты головок относительно разметки на диске. Это обеспечивает их точное фокусирование на дорожку.

Накопители на гибких оптических дисках емкостью 21 Мбайт. Каждая дорожка оригинального гибкого оптического диска фирмы Insite емкостью 21 Мбайт разбита на 27 секторов по 512 байт. Сами диски вращаются со скоростью 720 об/мин, а скорость обмена данными составляет 10 Мбайт/мин. Эти накопители используют интерфейс SCSI.

К сожалению, накопители фирмы Insite на 21 Мбайт не получили широкого признания. Для этого есть несколько причин. Одна их них состоит в том, что ведущие производители компьютеров не включили драйверы этих устройств в стандартные конфигурации BIOS. Кроме того, ни Microsoft, ни IBM, ни Apple не включили поддержку этих накопителей в свои операционные системы.

Накопители на гибких оптических дисках LS-120 емкостью 120 Мбайт. Накопитель LS-120 был спроектирован с расчетом на то, чтобы стать новым стандартом накопителей на гибких дисках в индустрии ПК. Этот новый накопитель был разработан компаниями 3M и Matsushita-Kotobuki Electronics Industries Ltd. Он позволяет хранить 120 Мбайт данных, что приблизительно в 80 раз больше емкости обычного гибкого диска на 1,44 Мбайт. Кроме того, скорость чтения и записи у этого накопителя примерно в 5 раз выше скорости стандартных накопителей на гибких дисках.

LS-120 может выполнять функции загрузочного диска A и полностью совместим с операционными системами Windows NT, Windows 95 OSR2 и Windows 98. Кроме того, накопитель LS-120 способен работать как с новыми гибкими дисками на 120 Мбайт, так и со старыми дисками на 720 Кбайт и 1,44 Мбайт, а также считывать и записывать информацию на эти диски в три раза быстрее стандартных дисководов. Накопители Iomega Zip не имеют подобных возможностей.

LS-120 — хорошая альтернатива существующему накопителю на гибких дисках. Установив подобное портативное устройство, вы получите возможность использовать относительно недорогие сменные диски емкостью 120 Мбайт. Они необычайно удобны для хранения целых приложений и блоков данных, которые можно удалить на то время, пока устройство не используется.

В табл. 12.15 приведены параметры обычного дисковода для гибких дисков и накопителя LS-120.

Таблица 12.15. Сравнение параметров дисковода для гибких дисков и накопителя LS-120

Параметр	LS-120	Стандартный дисковод 1,44 Мбайт
Форматированная емкость	120 Мбайт	1,44 Мбайт
Скорость передачи данных (параллельный порт)	290 Кбайт/с	45 Кбайт/с
Скорость передачи данных (IDE)	484 Кбайт	нет
Среднее время поиска	70 мс	84 мс
Скорость вращения диска	720 об/мин	300 об/мин
Плотность записи	2 490	135
Число дорожек	1 736×2	80×2

Диск для накопителя LS-120 имеет ту же форму, что и 3,5-дюймовая дискета. Совместное использование оптической и магнитной технологий позволяет значительно повысить его емкость и производительность. При изготовлении диска по технологии LS-120, названной так благодаря использованию лазерного сервомеханизма (Laser Servo (LS) mechanism), на него наносятся оптические дорожки, которые записываются и считываются с помощью лазерной системы. Оптический датчик позволяет точно расположить головку над магнитной дорожкой, что способствует использованию высокой плотности дорожек — 2 490 дорожек на дюйм, в отличие от плотности 135 дорожек на дюйм в гибких дисках формата 1,44 Мбайт.

Накопители со сменными картриджами. Устройства со сменными магнитными носителями выпускаются всего лишь несколькими компаниями. Лидером среди них является фирма Iomega, которая первой наладила выпуск накопителей большой емкости и картриджей, отличающихся исключительной прочностью и надежностью. Хорошо зарекомендовали себя также фирмы SyQuest и 3M.

Отличительной чертой диска Bernoulli, в общем похожего на обычные дискеты формата 5,25", является то, что он, подобно дискетам формата 3,5", помещен в жесткий корпус. Сейчас выпускается несколько разновидностей таких картриджей с дисками емкостью 35, 65, 105 и 150 Мбайт.

Диски типа Bernoulli считаются самыми прочными и надежными из всех сменных носителей. Их, в отличие от других, можно смело пересылать по почте, хотя, по сути, они представляют собой гибкие диски, уложенные в футляр (наподобие дискет формата 3,5").

Диск в накопителе вращается, опираясь на воздушную подушку, причем зазор между ним и головками записи/чтения составляет доли миллиметра. Создаваемый вращающимся диском воздушный поток отклоняется определенным образом с помощью так называемой *пластины Бернулли*. Она неподвижна и располагается так, что диск подталкивается воздушным потоком вплотную к головке, но не касается ее. Прикосновение головки к поверхности диска могло бы привести к быстрому износу диска. Накопители Bernoulli снабжены встроенными функциями

случайного перемещения в то время, когда нет обращения к данным. Это препятствует чрезмерному износу дорожек. Сами картриджи нужно периодически менять, чтобы они не изнашивались. Частота вращения диска составляет 3 600 об/мин, что приблизительно соответствует частоте вращения жестких дисков со средним быстродействием. Среднее время доступа к данным составляет 18 мс.

Накопители Iomega Zip. Еще одним вариантом накопителей Bernoulli фирмы Iomega является популярный накопитель Zip. Он выпускается в виде автономного блока и встраиваемого (внутреннего) SCSI-модуля, а также в виде автономных модулей, подключаемых к параллельному порту. Эти накопители могут хранить до 100 Мбайт данных на картриджах, напоминающих дискету формата 3,5", обеспечивают время доступа, равное 29 мс, и скорость передачи данных, составляющую 1 Мбайт/с при использовании интерфейса SCSI. Если устройство подключается к системе через параллельный порт, то скорость передачи данных ограничена скоростью параллельного порта.

Накопители Zip используют специальные 3,5-дюймовые диски. Эти диски приблизительно в два раза толще обычных 3,5-дюймовых дискет. Накопитель Zip не способен работать с гибкими дисками на 1,44 Мбайт и 720 Кбайт; поэтому он не может заменить накопитель на гибких дисках. Автономные накопители Zip завоевали широкую популярность благодаря удобству их применения для передачи данных между системами. Основные производители ПК начинают активно использовать эти накопители и уже созданы версии системных BIOS, поддерживающие этот накопитель. В табл. 12.16 приведены параметры накопителя Zip.

Таблица 12.16. Параметры накопителя Zip

Модель (интерфейс)	SCSI и/или параллельный порт	EIDE
Форматированная емкость	100 Мбайт	100 Мбайт
Максимальная поддерживаемая скорость передачи данных	1,40 Мбайт/с	1,40 Мбайт/с
Минимальная поддерживаемая скорость передачи данных	0,79 Мбайт/с	0,79 Мбайт/с
Быстродействие	60 Мбайт/мин (SCSI); 20 Мбайт/мин (параллельный порт)	84 Мбайт/мин
Среднее время поиска	29 мс	29мс
Скорость вращения диска	2 941 об/мин	2 941 об/мин
Размер буфера	32 Кбайт	16 Кбайт

Накопители фирмы SyQuest. Накопители фирмы SyQuest рассчитаны на картриджи форматов 5,25" и 3,5". Их, как и диски Bernoulli, легко отличить от обычных дискет. У картриджей формата 5,25" на 44 и 88 Мбайт и формата 3,5" на 105 Мбайт фирмы SyDOS, а также у картриджей на 270 Мбайт фирмы SyQuest корпуса сделаны из прозрачной пластмассы. Частота вращения диска в накопителе составляет несколько тысяч оборотов в минуту. По утверждению фирмы SyQuest, среднее время доступа к данным в ее накопителях равно 14 мс.

Хотя диски фирм SyQuest и SyDOS являются жесткими и заключены в пластмассовые футляры, их прочность и надежность ниже, чем у картриджей Bernoulli. Как показывает опыт, они достаточно хрупкие. Однако, если с ними обращаться аккуратно, эти картриджи вполне удовлетворительно переносят транспортировку. Если вы собираетесь отправлять такие диски по почте, тщательно их упакуйте.

Накопители SyQuest и SyDOS выпускаются как для внутренней установки, так и для внешней. Встроенная модель подключается к адаптеру IDE для жестких дисков, обычно уже

установленному в компьютере. Для внешнего устройства нужна плата адаптера SCSI с внешним разъемом. Питание внешний накопитель получает от дополнительного блока питания, подключаемого к сети.

Накопители Jaz. Еще одним типом накопителей на сменных жестких дисках является накопитель Jaz фирмы Iomega. Физически и функционально он полностью идентичен накопителям SyQuest, но емкость используемого картриджа увеличена до 1 Гбайт (или 2 Гбайт). К сожалению, стоимость самого картриджа достаточно высока по сравнению со стоимостью картриджа DAT, способного хранить в 4–8 раз больше данных! Высокая стоимость картриджей не позволяет накопителям Jaz конкурировать с остальными устройствами резервного копирования данных, однако эти накопители могут служить внешними жесткими дисками интерфейса SCSI. В табл. 12.17 приведены параметры накопителя Jaz.

Таблица 12.17. Параметры накопителя Jaz

Модель	1 Гбайт	2 Гбайт
Форматированная емкость	1 070 миллионов байт	2 000 миллионов байт
Скорость передачи данных:		
Максимум	6,62 Мбайт/с	8,7 Мбайт/с
Средняя	5,4 Мбайт/с	7,34 Мбайт/с
Минимальная	3,41 Мбайт/с	3,41 Мбайт/с
Конвейерная	10 Мбайт/с	20 Мбайт/с
Среднее время поиска при чтении	10 мс	10 мс
Среднее время поиска при записи	12 мс	12 мс
Время доступа	15,5–17,5 мс	15,5–17,5 мс
Скорость вращения диска	5 400 об/мин	5 394 об/мин
Размер буфера	256 Кбайт	512 Кбайт
Интерфейс	Fast SCSI II	Ultra SCSI

Сравнение накопителей со сменными картриджами. Перед тем как отправиться в магазин за покупкой накопителя, обратите внимание на данные, приведенные в табл. 12.18. Кроме того, помните о следующих параметрах:

- цена за мегабайт;
- необходимое время доступа;
- совместимость;
- переносимость.

Таблица 12.18. Сравнение некоторых накопителей со сменными картриджами

Тип накопителя	Емкость диска/картриджа	Среднее время доступа	Скорость передачи данных
Iomega Zip Parallel	100 Мбайт	29 мс	1,4 Мбайт/с
Iomega Zip IDE	100 Мбайт	29 мс	1,4 Мбайт/с
Iomega Zip SCSI	100 Мбайт	29 мс	1,4 Мбайт/с

Окончание табл. 12.18

Тип накопителя	Емкость диска/картриджа	Среднее время доступа	Скорость передачи данных
Imation LS-120 Internal	120 Мбайт	70 мс	4 Мбайт/с
Syquest 235 Parallel	235 Мбайт	13,5 мс	1,25 Мбайт/с
Syquest 235 SCSI/IDE	235 Мбайт	13,5 мс	2,4 Мбайт/с
Iomega Jaz SCSI	2 Гбайт	12 мс	5,4 Мбайт/с
Syquest Syjet SCSI	1,5 Гбайт	12 мс	5,3 Мбайт/с
Syquest Syjet IDE	1,5 Гбайт	12 мс	5,3 Мбайт/с
Syquest SparQ IDE	1 Гбайт	12 мс	6,9 Мбайт/с
Syquest SparQ Parallel	1 Гбайт	12 мс	1,25 Мбайт/с
Накопитель CD-R	650 Мбайт	< 150 мс	150Кбайт/с–2,4 Мбайт/с

Накопители на магнитной ленте

Важность резервного копирования данных трудно переоценить. При больших емкостях накопителей на жестких дисках, на которых хранится много программ, или в тех случаях, когда результаты вашей работы представлены большими массивами данных, таким копированием нужно заниматься регулярно: раз в неделю или даже ежедневно.

Кроме того, проблема нехватки места на диске, похоже, не будет решена никогда. Для каких бы целей ни был предназначен ваш компьютер — для бизнеса, учебы или просто для игр, — объем установленных на нем программ и порожденных ими данных со временем оказывается настолько большим, что превышает любую, казавшуюся поначалу беспредельной, емкость жесткого диска.

В этом разделе рассматриваются предназначенные для резервирования накопители на магнитной ленте, которые все чаще используются для хранения больших объемов информации и могут удовлетворить практически любые запросы, касающиеся емкости накопителей.

В каждой книге о персональных компьютерах настоятельно рекомендуется регулярно выполнять резервное копирование информации. Это необходимо потому, что любая неисправность может привести к потере важных данных или порче программ, записанных на жестком диске. Повреждение информации на жестком диске может произойти, например, в следующих ситуациях.

- При перепадах напряжения в сети.
- При ошибочном удалении информации или записи нового файла на место старого.
- Вы хотели отформатировать дискету, но случайно сделали это с жестким диском.
- При полном выходе из строя жесткого диска. В этом случае вам придется не только устанавливать новый накопитель, но и повторно инсталлировать все программы.
- Произошло стихийное бедствие (шторм, наводнение, удар молнии, пожар) или у вас просто украли компьютер. Один-единственный разряд молнии способен вывести из строя и компьютер, и накопитель на жестком диске. Кражу я тоже отношу к несчастным случаям, поскольку ее последствия столь же печальны. Однако, если у вас есть резервная копия жесткого диска вашего прежнего компьютера, то с ее помощью можно значительно упростить процедуру настройки нового компьютера.

- Потеря ценных данных может произойти из-за компьютерного вируса. Однажды загрузив программу с вирусом, вы можете повредить некоторые ценные файлы или даже весь жесткий диск. Даже самые лучшие антивирусные программы не смогут справиться со всеми вирусами — каждый месяц появляются сотни новых вирусов. Однако, если вы сохранили незараженные критические файлы своей системы, это очень поможет вам при ее восстановлении.

Такой больной вопрос, как нехватка на диске свободного места, тоже можно разрешить с помощью архивирования данных. Сохранив редко используемые данные в виде архива и удалив оригиналы файлов с жесткого диска, можно освободить место для новых программ и данных. Если вам в дальнейшем понадобится восстановить какой-нибудь конкретный файл, его можно будет взять из архива. Если необходимо перенести большие объемы данных с одного компьютера на другой (например, отправить их в другой город), то их также лучше предварительно сохранить в виде резервной (архивной) копии. Кассету с лентой можно спокойно переслать по почте.

Наиболее простым и эффективным средством хранения резервных копий являются *накопители на магнитной ленте*. Если такой накопитель установлен непосредственно в компьютере, просто вставьте в него кассету, запустите программу резервного копирования и выберите диск или отдельные файлы, которые хотите сохранить. Пока выбранные файлы копируются на ленту, можете заняться другими делами. Когда позднее вам потребуется считать с архивной ленты отдельные файлы (или все сразу), снова вставьте кассету в накопитель, запустите программу копирования и укажите файлы, которые вы хотите восстановить. Все остальные операции будут выполнены без вашего участия. Дальше рассматриваются типы накопителей на магнитной ленте, предназначенные для резервирования (архивирования), их емкости и требования, предъявляемые к компьютеру при установке и использовании подобных устройств. Итак, ниже будет освещено следующее:

- общепринятые стандарты на накопители на магнитной ленте, в том числе QIC-40 и QIC-80;
- емкости различных кассет;
- новые накопители большой емкости;
- распространенные интерфейсы накопителей на магнитной ленте;
- автономные накопители;
- программы для резервирования на магнитной ленте.

История развития систем записи данных на магнитную ленту

Эволюция методов и устройств записи данных на магнитную ленту происходила примерно так же, как и других компонентов компьютерных систем. Хранить информацию на ленте стали задолго до появления каких-либо стандартов. Сначала для этого использовались накопители, похожие на старые катушечные магнитофоны, затем популярной стала лента шириной 1/4". Однако каждая фирма-производитель применяла свою систему кодирования данных. Разными были не только количество дорожек и плотность записи, но и интерфейсы для подключения накопителя к компьютеру.

В 1972 году, почти за 10 лет до появления IBM PC, фирма 3M разработала первую кассету размером 6×4×5/8" (примерно 15×10×1,6 см) для ленты шириной 1/4", предназначенную специально для хранения данных. Внутри кассеты находились две катушки. В процессе записи или воспроизведения лента перематывалась с одной катушки на другую с помощью лентопротяжного механизма. Благодаря надежности этой кассеты интерес к системам резервирования на магнитной ленте стал расти (хотя единого стандарта на способы записи данных еще не было).

Отсутствие стандартов приводило к тому, что ленты, записанные на накопителях одной фирмы, нельзя было воспроизводить на других устройствах. Ситуация ухудшалась еще и потому, что производители чуть ли не в каждой новой модели использовали новые способы кодирования данных, и старые кассеты было невозможно прочитать в новых накопителях. Если старый накопитель выходил из строя, приходилось ждать, пока его отремонтируют. Если же он ломался окончательно, то записанные данные терялись безвозвратно.

Кроме того, нужны были совместимые накопители на магнитной ленте, в которых можно было бы считывать данные с кассет, записанных на устройствах других фирм.

Стандарты QIC

Стандартизация систем записи данных на ленту привела к появлению координирующей организации Quarter-Inch Cartridge Drive Standards, Inc., которую чаще называют QIC (*Quarter-Inch Committee — четвертьдюймовый комитет*). В 1983–1984 годах был выпущен первый соответствующий стандарту QIC накопитель на магнитной ленте — QIC-02, в котором можно было сохранять до 60 Мбайт данных. Запись производилась на 9 дорожках при длине ленты около 90 м. В связи с совершенствованием технологии, а также ввиду того, что накопители для кассет большого формата (4×6×5/8") с трудом размещались в отсеках, предназначенных для дисководов формата 5,25", был разработан еще один стандарт на *мини-кассеты*. Их размеры почти такие же, как размеры обычных аудиокассет, — 3 1/4×2 1/2×3/5" (приблизительно 82,5×63,5×15,2 мм).

В накопителях на магнитной ленте, работающих в стандарте QIC, сейчас используются кассеты обоих типов. По двухбуквенному коду, которым заканчивается обозначение стандарта, можно определить тип кассеты. Вот эти коды:

- DC — стандарт QIC для кассет размером 4×6×5/8";
- MC — стандарт QIC для мини-кассет размером 3 1/4×2 1/2×3/5".

Например, в стандарте QIC-5B-DC запись производится на полноразмерную кассету емкостью 5 Гбайт, а в стандарте QIC-5010-MC — на мини-кассету емкостью 13 Гбайт.

В табл. 12.19 приведены самые распространенные формы кассет в стандарте QIC и их параметры.

Таблица 12.19. Параметры кассет и мини-кассет в QIC-стандарте

Стандарт	Емкость (исходная /после сжатия данных)*	Количество дорожек	Скорость передачи данных, Мбайт /мин	Плотность записи, бит/дюйм	Длина ленты, м**	Способ кодирования	Тип интерфейса
QIC-40	40/60 Мбайт	20	2–8	—	63,5/95,3	MFM	Интерфейс гибких дисков или дополнительный адаптер
QIC-80	80/120 М байт	28	3–9	—	63,5/95,3	MFM	Интерфейс гибких дисков или дополнительный адаптер
QIC-100 (устарел)	20/40 Мб айт	12 или 24	—	10 000	—	MFM	SCSI или QIC

Продолжение табл. 12.19

Стандарт	Емкость (исходная /после сжатия данных)*	Количество дорожек	Скорость передачи данных, Мбайт /мин	Плотность записи, бит/дюйм	Длина ленты, м**	Способ кодирования	Тип интерфейса
QIC-128	86/128 Мбайт	32	—	16 000	—	MFM	SCSI или QIC
QIC-3010	255 Мбайт	40	9	22 000	93	MFM	Интерфейс гибких дисков или IDE
QIC-3020	500 Мбайт	40	9	42 000	124	MFM	Интерфейс гибких дисков или IDE
QIC-3030	555 Мбайт	40	—	51 000	85,2	MFM	SCSI-2 или QIC
QIC-3040	840 Мбайт***	42 или 52	—	41 000	124	RLL	SCSI-2 или QIC
QIC-3050	750 Мбайт	40	—	—	91,4	RLL	SCSI-2 или QIC
QIC-3060 (отменен)	875 Мбайт	38	—	—	91,4	RLL	—
QIC-3070	4 Гбайт	144	—	68 000	91,4	RLL	SCSI-2 или QIC
QIC-3080	1,6 Гбайт	50	—	60 000	—	RLL	SCSI-2 или QIC
QIC-3095	2–5 Гбайт	72	30-60	67 733	различное	RLL	IDE или SCSI
QIC-3110	2 Гбайт	48	—	—	—	RLL	SCSI-2 или QIC
QIC-3210	2,3/5,7 Гбайт	72	30 Мбайт	60 960	229,4	GCR	SCSI или SCSI-2
QIC-5010	13 Гбайт	144	—	—	—	RLL	SCSI-2 или QIC
QIC-11 (DC-300)	45 Мбайт	9	—	—	139,5	MFM	QIC-02
QIC-24	45/60 Мбайт	9	—	8 000	139,5/186	MFM	SCSI или QIC-02
QIC-120	125 Мбайт	15	—	10 000	186	MFM	SCSI или QIC-02
QIC-150	150/250 Мбайт	18	—	10 000	186/310	MFM	SCSI или QIC-2
QIC-525	320/525 Мбайт	26	12	16 000	310	MFM	SCSI или SCSI-2

Окончание табл. 12.19

Стандарт	Емкость (исходная /после сжатия данных)*	Количество дорожек	Скорость передачи данных, Мбайт /мин	Плотность записи, бит/дюйм	Длина ленты, м**	Способ кодирования	Тип интерфейса
QIC-1000	1 Гбайт	30	18	36 000	235,6	MFM	SCSI или SCSI-2
QIC-1350	1,35 Гбайт	30	18	51 000	235,6	RLL	SCSI-2
QIC-2100	2,1 Гбайт	30	18	68 000	271,2	RLL	SCSI-2
QIC-2GB	2,0 Гбайт	42	18	40 640	279	MFM	SCSI-2
QIC-5GB	5 Гбайт	44	18	96 000	372	RLL	SCSI-2
QIC-5010	13 Гбайт	144	18	68 000	—	RLL	SCSI-2
QIC-5210	25 Гбайт	144	120	101 600	372–465	RLL	SCSI или SCSI-2

* *Емкость может изменяться в зависимости от длины ленты.*

** *Длина ленты разных производителей может различаться.*

*** *1 Гбайт для кассет с лентой 0,315".*

В отличие от программ, обновленные версии которых нумеруются в порядке возрастания (например, 1.0, 1.1 или 2.0, 2.1), по номерам стандартов QIC нельзя определить, какой из них соответствует более поздней технологии. Например, накопители на магнитной ленте QIC-100 и QIC-128 выпускались задолго до устройств QIC-40 и QIC-80. Более того, номера стандартов QIC обычно никак не связаны с емкостью кассет или мини-кассет, используемых в соответствующих накопителях. Например, емкость лент QIC-40 составляет 60 Мбайт, а лент QIC-80 — 120 Мбайт.

Магнитный слой лент QIC обычно создается на основе окиси железа, а запись на эти ленты выполняется по той же технологии, что и на жесткие диски (по методу MFM либо RLL).

Самые распространенные типы накопителей QIC. Сегодня наибольшее распространение получили накопители QIC-40 и QIC-80, запись в которых выполняется на мини-кассеты. Столь широкая популярность этих накопителей объясняется несколькими причинами. Одна из них заключается в том, что они были первыми из нового поколения сравнительно дешевых накопителей на магнитной ленте, при использовании которых не возникало проблем, связанных с совместимостью с накопителями того же типа (даже если они были выпущены другими фирмами). Резервные копии, сделанные в любом накопителе стандарта QIC-40 или QIC-80, могли быть восстановлены на другом компьютере с устройством соответствующего типа.

Кроме того, небольшие размеры мини-кассет позволили наладить выпуск накопителей на магнитной ленте, которые можно устанавливать в отсеки для дисководов как формата 5,25", так и формата 3,5". Получили широкое распространение и портативные автономные внешние накопители на лентах форматов QIC-40 и QIC-80. В отличие от стационарных моделей, которые вставляются в отсеки системных блоков компьютеров, автономные устройства можно подключать к любым системам.

Прежде чем использовать для записи магнитную ленту, ее, как и диски, необходимо отформатировать. Общий недостаток всех накопителей на магнитной ленте (включая QIC-40 и QIC-80) состоит в том, что форматирование отнимает много времени. Например, для форматирования кассеты на 60 Мбайт стандарта QIC-40 требуется около полутора часов, а для лен-

ты на 125 Мбайт стандарта QIC-80 — более трех часов. Конечно, можно приобрести уже отформатированные ленты, но они стоят дороже.

На ленты QIC-40 и QIC-80 данные записываются по методу MFM, который используется в накопителях на гибких дисках (как, впрочем, и в старых моделях накопителей на жестких дисках). Еще одна общая черта заключается в том, что на носителе имеются метки для упорядочения записей. В накопителях QIC-40 и QIC-80 они подобны разметке жестких и гибких дисков.

В стандартах QIC формируется *таблица размещения файлов* (*FAT*), в которую заносятся сведения о расположении данных на ленте и секторах, которые не должны использоваться для записи информации. Лента QIC-40 разделена на 20 дорожек. Каждая из дорожек, в свою очередь, разбита на 68 сегментов по 29 секторов емкостью 1 Кбайт. Например, в стандарте QIC-40 разметка и зоны записи контрольных кодов (необходимых для обнаружения и исправления ошибок) занимают до 30% общей емкости ленты.

Накопители QIC-40 и QIC-80, несмотря на невысокое быстродействие и утомительный процесс форматирования ленты, завоевали большую популярность благодаря простоте в использовании.

Новые накопители большой емкости QIC

Попытка создать резервную копию диска файл-сервера емкостью, например, 4 Гбайт с помощью накопителя QIC-40 или QIC-80 может вызвать такое же раздражение, как традиционная замена дискет при копировании данных с диска обычной емкости (250–500 Мбайт). Если для резервирования вышеупомянутого диска воспользоваться накопителем QIC-40, то придется заменять кассету 64 раза (если данные нельзя сжать). При сжатии данных количество кассет сократится до 32, однако сам процесс будет длиться дольше.

Радикально решить проблему со сменой кассет можно, воспользовавшись накопителем на магнитной ленте большой емкости. QIC разработала для систем резервного копирования несколько стандартов с емкостью кассеты от 86 Мбайт до 13 Гбайт. В этих устройствах обеспечивается гораздо более высокая по сравнению с 20 дорожками и 10 000 бит/дюйм в QIC-40 плотность записи на ленту: свыше 60 000 бит/дюйм на 144 дорожках. Чтобы добиться столь высоких показателей, была разработана лента с большой коэрцитивной силой, достигающей 1300 Э (эрстед). Аналогичный параметр для лент QIC-40 и QIC-80 — 550 Э. Кроме того, была увеличена длина ленты в кассете. Например, длина ленты QIC-5010 — около 360 м, а длина QIC-40 и QIC-80 — около 100 м.

> **Замечание**
>
> Применение магнитного материала с большей коэрцитивной силой в дискетах емкостью 1,44 Мбайт позволило записывать данные на дорожках, расположенных более плотно, чем на дискетах емкостью 720 Кбайт. Точно так же использование высококоэрцитивных лент позволяет добиться большей плотности записи данных в накопителях на магнитной ленте.

В накопителях на магнитной ленте небольшой емкости используются в основном мини-кассеты (QIC-40 на 60 Мбайт и QIC-80 на 120 Мбайт), а в устройствах высокой емкости — как мини-, так и полноразмерные кассеты. Например, в стандарте QIC-525, который предполагает емкость 525 Мбайт (без сжатия данных), используется полноразмерный картридж (4×6×5/8"), а в стандарте QIC-5010 — мини-кассеты (3 1/4×2 1/2×3/5").

Совместимость лент в стандартах QIC. Хотя накопители рассчитаны на стандартные полноразмерные или мини-кассеты, не надо думать, что ленты в кассетах одного типа всегда совместимы между собой. Например, ленты, записанные в стандарте QIC-5010, не совместимы с накопителями QIC-40 и QIC-80, хотя во обоих случаях используются мини-кассеты. Точно так же ленты QIC-525 не соответствуют более ранним стандартам, в которых используются те же полноразмерные кассеты. Связано это с различиями в технологии изготовления,

в частности с использованием в производстве носителей порошка с другими магнитными свойствами — высокой коэрцитивной силой. В табл. 12.20 приведена информация о совместимости лент, записанных в различных стандартах QIC.

Таблица 12.20. Совместимость лент в стандартах QIC

Мини-кассеты	Совместимость
QIC-40	—
QIC-80	QIC-40 (только чтение)
QIC-3010	QIC-40 и QIC-80 (только чтение)
QIC-3020	QIC-40, QIC-80 и QIC-3010 (только чтение)
QIC-3030	QIC-3010 (только чтение)
QIC-3040	—
QIC-3050	—
QIC-3070	QIC-3030 (только чтение)
QIC-3080	—
QIC-3095	QIC-3010 и QIC-3020 (только чтение)
QIC-3210	QIC-3040 (только чтение)
QIC-3230	QIC-3040, QIC-3095 и QIC-3210 (только чтение)
Полноразмерные кассеты	**Совместимость**
QIC-24	—
QIC-120	QIC-24 (только чтение)
QIC-150	QIC-24 и QIC-120 (только чтение)
QIC-525	QIC-24, QIC-120 и QIC-150 (только чтение)
QIC-1000	QIC-120, QIC-150 и QIC-525 (только чтение)
QIC-1350	QIC-525 и QIC-1000 (только чтение)
QIC-2G	QIC-120, QIC-150, QIC-525 и QIC-1000 (только чтение)
QIC-2100	QIC-525 и QIC-1000 (только чтение)
QIC-5G	QIC-24, QIC-120, QIC-150, QIC-525 и QIC-1000 (только чтение)
QIC-5010	QIC-150, QIC-525 и QIC-1000 (только чтение)

Совместимость является весьма важным фактором, который необходимо учитывать при выборе способа резервирования на магнитной ленте. Например, из табл. 12.20 следует, что накопитель QIC-3070 емкостью 4 Гбайт может считывать данные только со своих собственных лент и лент QIC-3030. Если у вас много лент QIC-80 и на них хранятся данные, которые вам нужны, то лучше купите накопитель QIC-3010 емкостью 2 Гбайт, в котором можно считывать информацию с лент QIC-40 и QIC-80.

Другие стандарты на накопители высокой емкости

Хотя сегодня устройства QIC очень распространены, растет популярность еще двух систем копирования на магнитной ленте. Они особенно хороши для сетей и других систем, манипулирующих большими объемами данных. Речь идет об устройствах, в которых использу-

ются ленты для цифровой звукозаписи *DAT* (*Digital Audio Tape — цифровая аудиолента*) шириной 4 мм и *магнитные ленты для видеозаписи* (*видеоленты*) шириной 8 мм.

Фирма Sony, которая первой освоила выпуск DAT и 8-миллиметровой видеоленты, продала лицензии на производство систем DAT нескольким фирмам, тем самым фактически введя стандарт на выпускаемые этими фирмами накопители и ленты. Поскольку технология записи на 8-миллиметровую ленту разрабатывалась сразу несколькими фирмами, одного признанного стандарта в этой области пока еще нет. Поэтому потенциальным покупателям накопителей я посоветовал бы выбрать устройство, работающее в одном из стандартов QIC или использующее DAT. В табл. 12.21 приведены основные параметры новых носителей.

Таблица 12.21. Параметры DAT и видеолент шириной 8 мм

Стандарт ленты	Емкость (исходная /после сжатия данных), Гбайт	Плотность записи	Приблизительное количество дорожек	Длина ленты	Способ записи	Система кодирования	Интерфейс
DAT (металлический рабочий слой, ширина — 4 мм)	2/4	114 Мбит	1 869	60/90 м	Наклонно-строчный DataDAT	DDS*	SCSI
Sony (видеолента шириной 8 мм)	14	—	—	120 м	Наклонно-строчный (нестандартный)		

* *DDS (Digital Data Storage) — хранение данных в цифровом виде.*

Наклонно-строчная запись давно используется в видеомагнитофонах. Как и лента в накопителях QIC, видеолента или DAT проходит через магнитные головки, установленные на вращающемся барабане (блоке головок). Ось вращения барабана наклонена под небольшим углом по отношению к направлению движения ленты, и при каждом прохождении головки вдоль ленты на ней записывается (или воспроизводится) одна наклонная дорожка. Лента во время движения охватывает вращающийся блок головок, поэтому при каждом его обороте записывается несколько дорожек (это зависит от количества головок в блоке). При таком способе записи используется практически вся поверхность ленты (в отличие от других методов, при которых дорожки оказываются разделенными пустыми промежутками).

Стандарты накопителей на DAT. Стандарт лент DAT впервые был разработан и представлен на рынке фирмой Hewlett Packard (HP), которая возглавила DDS Manufacturers Group (группа производителей цифровых устройств хранения данных) и стала инициатором разработки стандартов DDS.

Методы записи/чтения цифровых данных на DAT подобны тем, которые используются при записи музыки на звуковые компакт-диски, и отличаются от методов записи MFM и RLL, применяемых в стандартах QIC. Битам данных, поступающим в накопитель, ставятся в соответствие числовые значения. Затем эти значения преобразуются в последовательность импульсов, которая записывается на ленту. При считывании информации происходит обратное: последовательность воспроизведенных импульсов преобразуется в число, по которому восстанавливаются первоначальные биты, способные храниться в компьютере.

При записи лент DAT используется наклонно-строчная технология. Во время записи лента проходит возле вращающейся магнитной головки, которая наносит на нее информацию в виде наклонных магнитных полос. Это позволяет совместить высокую плотность с точностью и надежностью.

Ленты DAT могут хранить 12 Гбайт исходных данных (24 Гбайт сжатых). В них используется два формата записи данных — DDS и DataDAT, из которых формат DDS является более популярным. Существует три типа форматов DDS — DDS-1, DDS-2 и DDS-3. Накопители, работающие в формате DDS-1, могут хранить 2 Гбайт несжатых данных (4 Гбайт сжатых), накопители DDS-2 могут хранить 4 Гбайт несжатых данных (8 Гбайт сжатых), а накопители DDS-3 — 12 Гбайт несжатых данных (24 Гбайт сжатых). Лучше всего использовать накопители DDS-2 и DDS-3, так как их надежность проверена на практике, а соотношение производительности и цены очень высоко.

Новые накопители, работающие в формате DDS-3, обеспечивают полную совместимость по чтению и записи с форматами DDS-2 и DDS-1. Емкость накопителей DDS-3 по сравнению с DDS-2 увеличилась в три раза, а скорость передачи данных — в два. DDS-3 обеспечивают высокую производительность и надежность резервного копирования информации в сетях большой и средней сложности, затраты при этом ниже, чем при использовании устройств, работающих на 8-миллиметровой ленте или ленте *DLT* (*Digital Linear Tape — линейная цифровая лента*) с кассетами аналогичной емкости.

Новый накопитель фирмы HP (модель C1537A), работающий в формате DDS-3, имеет емкость 12 Гбайт и скорость передачи данных 1 Мбайт/с. Используя встроенное аппаратное сжатие данных, можно добиться увеличения емкости одной 125-метровой ленты до 24 Гбайт, а скорости передачи — до 2 Мбайт/с. Накопители DDS-3 оснащены некоторыми новинками, в частности — схемой выделения канала данных по максимальной вероятности частичного отклика, которая позволяет головке чтения различать биты данных, считанные одновременно.

Накопители на видеоленте шириной 8 мм. Накопители на кассетах с видеолентой шириной 8 мм производит единственная фирма — Exabyte. Они бывают нескольких видов: емкостью 1,5 Гбайт (3 Гбайт при аппаратном сжатии данных), 5 Гбайт (10 Гбайт при аппаратном сжатии данных), 7 Гбайт (14 Гбайт при аппаратном сжатии данных), 20 Гбайт (40 Гбайт при аппаратном сжатии данных).

Хотя в качестве носителя используется видеолента, система записи не имеет ничего общего с традиционной регистрацией изображений в телевидении. Это технология кодирования данных на ленте, разработанная фирмой Exabyte. Для записи используется принцип наклонно-строчной записи.

По сравнению с системами резервирования на DAT (около 10 Мбайт/мин), накопители на видеоленте фирмы Exabyte обладают существенным преимуществом: их быстродействие достигает 6 Мбайт/с. Поэтому их удобно использовать для резервного копирования данных с дисков файл-серверов и всех рабочих станций сети.

Стандарт DLT. В прошлом году появилась новая технология, позволяющая обеспечивать высокую емкость, скорость и надежность резервного копирования данных. На сегодняшний день *DLT* (*Digital Linear Tape — линейная цифровая лента*) считается одним из самых популярных продуктов на рынке средств хранения больших объемов данных. Первоначально DLT являлся специализированным стандартом фирмы Digital Equipment Corp. Эта технология появилась на рынке в 1991 году, однако в 1994 году она была выкуплена фирмой Quantum вместе с лицензией на технологию магнитно-резистивных накопителей.

Накопители DLT могут хранить 35–70 Гбайт сжатых данных и обеспечивают скорость передачи 5–10 Мбайт/с и больше. Эти параметры превышают аналогичные показатели для накопителей на лентах стандарта DAT и 8-миллиметровых видеолентах.

В накопителях DLT во время чтения/записи лента, разделенная на параллельные горизонтальные дорожки, проходит через единственную неподвижную головку записи со скоростью

2,5–3,8 м/с. Эта технология полностью отличается от технологии наклонно-строчной записи, при которой лента на меньшей скорости проходит вдоль вращающейся головки, установленной под углом.

В результате повышается надежность головки и обеспечивается малый износ ленты (ее магнитного слоя). Головки в накопителе DLT имеют расчетный срок службы 15 000 ч при эксплуатации в неблагоприятных условиях — большом диапазоне температур и влажности. Расчетный срок службы ленты — 500 000 перемоток. Накопители DLT рассчитаны, в первую очередь, на использование в сетевых серверах, а их цена достаточно высока.

Кассеты Travan. Фирма 3M разработала совершенно новый стандарт кассет, основанный на формате QIC, который получил название *Travan*. В течение следующих нескольких лет ленты и накопители, основанные на технологии Travan, будут оказывать значительное влияние на рынок ПК и рабочих станций.

Платформа Travan отличается уникальным механизмом установки/съема мини-кассеты, запатентованным фирмой 3M. Накопители Travan умещаются в отсек для дисковода 3,5", что облегчает их установку в самых разнообразных системах и корпусах. Они могут работать как с мини-кассетами стандарта Travan, так и со стандартом QIC. Это очень удобно, если учесть, что на сегодняшний день в мире насчитывается около 200 млн QIC-совместимых мини-кассет.

Кассета стандарта Travan содержит 225-метровую ленту шириной 8 мм. Сегодня существует несколько типов кассет и накопителей Travan (TR-1–TR-4), каждый из которых основан на определенном стандарте QIC. Мини-кассета TR-1 имеет емкость 400 Мбайт исходных данных, что более чем в два раза превышает емкость популярных мини-кассет QIC-80 (125 Мбайт). Мини-кассета TR-2 является модифицированной версией кассеты накопителя QIC-3010 и имеет емкость 800 Мбайт, что значительно больше емкости обычной кассеты QIC-3010 (340 Мбайт). Емкость мини-кассеты TR-3 — усовершенствованной кассеты для накопителя QIC-3020 — составляет 1,6 Гбайт (емкость прежней кассеты — 670 Мбайт). Новейший картридж Travan — TR-4 — способен вмещать 4 Гбайт исходных данных! По данным фирмы 3M, в ближайшем будущем емкость накопителей Travan должна достигнуть 15 Гбайт.

Необходимо заметить, что все накопители Travan обеспечивают аппаратное сжатие с коэффициентом 2:1, что увеличивает первоначальную емкость в два раза. Это означает, что накопитель TR-4 способен хранить 8 Мбайт данных на одной кассете! Типичный накопитель TR-4, например накопитель от HP/Colorado, продается по цене ниже $300. Из-за того что ленты Travan стоят около $40 и легко доступны во всемирной сети дистрибьюторов фирмы 3M, технология Travan стала наилучшим решением проблемы резервного копирования данных для многих индивидуальных пользователей.

Накопители TR-1–TR-3 обычно подключаются к системе через контроллер гибких дисков или параллельный порт. Для упрощения эксплуатации и повышения производительности рекомендуется использовать порты EPP и ECP. Накопители TR-4 обычно используют интерфейс SCSI-2, который обеспечивает более высокую производительность. Типичная система TR-4, например накопитель HP T4000, работает со скоростью передачи 514 Кбайт/с (что приблизительно в четыре раза превышает скорость работы систем, использующих интерфейс гибких дисков) и обеспечивает скорость резервирования 31 Мбайт/мин (62 Мбайт/мин при коэффициенте сжатия 2:1). Используя систему Pentium, пользователь может зарезервировать жесткий диск емкостью 1 Гбайт примерно за 30 мин. При использовании контроллера гибких дисков или параллельного порта длительность подобной операции увеличивается в четыре раза и занимает около двух часов.

Лидеры индустрии хранения данных, такие как фирмы 3M, Hewlett Packard's Colorado Memory Systems Division, Conner Peripherals, Exabyte, Iomega, Tandberg Data, AIWA, Pertec Memories, TEAC, Rexon и Sony, выпускают накопители Travan и способствуют дальнейшему совершенствованию устройств этого типа.

Выбор накопителя на магнитной ленте

Выбрать накопитель на магнитной ленте для резервирования данных с одного-единственного жесткого диска довольно просто. Но когда речь идет о дисках большей емкости или если вам приходится иметь дело с портативными компьютерами, то проблема выбора усложняется. Совсем не просто будет сделать это в ситуации, когда нужно скопировать данные, например, с диска файл-сервера да еще и с дисков всех рабочих станций. В любом случае при выборе накопителя на магнитной ленте необходимо учитывать следующие факторы:

- объем данных, подлежащих резервному копированию;
- быстродействие;
- соответствующий вашим запросам стандарт;
- стоимость накопителя и лент;
- возможности и совместимость накопителя с программным обеспечением.

Подобрав оптимальное соотношение цены, емкости, производительности и стандарта ленты, вы можете приобрести накопитель, наиболее полно отвечающий вашим требованиям.

Емкость. Конечно, прежде всего необходимо подумать о соответствии емкости приобретаемого накопителя вашим потребностям. Идеальным будет накопитель, позволяющий вставить в него чистую кассету, запустить программу резервирования и уйти заниматься своими делами. К вашему возвращению вся работа будет выполнена, и вам останется лишь вынуть кассету и положить ее в надежное место.

Если же по каким-то причинам идеал недостижим, то для резервного копирования данных с одного диска емкостью до 250 Мбайт вполне подойдет накопитель QIC-80. Если вы планируете работать с несколькими компьютерами с дисками упомянутой емкости (в том числе с портативными), то приобретите автономную модель QIC-80.

Но если нужно организовать резервное копирование данных диска файл-сервера большой сети, указанные типы накопителей не подойдут. Лучше выберите устройство повышенной емкости одного из рассмотренных выше типов.

В конце концов, независимо от емкости я бы порекомендовал вам приобрести либо накопитель стандарта DAT, либо более новый накопитель Travan. На современном рынке эти накопители обладают наилучшим соотношением цены и производительности. Ленты для этих накопителей продаются отформатированными (это сэкономит вам немало времени) и вмещают большой объем данных (лента для накопителя Travan TR-4 имеет емкость 8 Гбайт, а лента DAT для устройств DDS-3 — 24 Гбайт).

Выбирая накопитель на магнитной ленте, убедитесь, что его емкость превышает емкость самого большого накопителя или раздела, который вам придется скопировать. Это поможет вам автоматизировать процесс резервирования и избавит вас от необходимости менять кассету. Накопители DAT обычно поддерживают интерфейс SCSI, поэтому вы можете подключать их к системе через SCSI-адаптер параллельного порта или через встроенный SCSI-адаптер. Конечно, лучше использовать встроенный адаптер, однако при необходимости обслуживания нескольких различных систем можно использовать портативный внешний DAT-накопитель, подключаемый к параллельному порту. Кроме того, накопители и ленты DAT дешевле и надежнее остальных.

Стандарты лент. Следующее, что нужно учесть при покупке накопителя, — это стандарт, в котором он работает. Если вам, например, придется восстанавливать резервные копии на разных накопителях, то все они должны уметь хотя бы считывать данные с используемых лент. Поэтому выбирать стандарт нужно с учетом его совместимости с используемыми системами.

Универсальных критериев здесь не существует. Большинство пользователей до сих пор работают в стандартах QIC, потому что, с одной стороны, они были разработаны раньше ос-

тальных, а с другой — продолжается их совершенствование и создание накопителей все большей емкости. Но если вам нужен накопитель очень большой емкости, остановите свой выбор на устройствах, в которых используется видеолента или лента DAT.

Если для вас важна совместимость со старыми лентами, записанными в некотором стандарте, приобретите накопитель, работающий в том же или в одном из следующих совместимых с ним стандартов. Например, если вы хотите считывать данные с лент QIC-80, то вам подойдет накопитель QIC-3010, способный воспроизводить кассеты QIC-40 и QIC-80. В противном случае, если данные со старых лент вам не нужны, основным критерием может стать быстродействие и наилучшим вариантом будет накопитель на видеоленте.

Совет

Важно сделать оптимальный выбор. Если вы работаете с множеством компьютеров, то не совмещайте стандарты QIC, Travan и DAT, так как это не приведет ни к чему хорошему.

Совместимость программного обеспечения. Не менее важной проблемой при выборе накопителя является его совместимость с используемым вами программным обеспечением. В настоящее время большинство накопителей поставляется с программами для Windows 9*x*. Однако найти программное обеспечение под Windows NT или UNIX может оказаться нелегкой задачей.

Большинство операционных систем имеют свое собственное программное обеспечение для работы с накопителями на магнитных лентах. Если вы предполагаете использовать эти программы, то должны проверить, поддерживают ли они все необходимые вам функции работы с приобретаемым накопителем. Перед покупкой накопителя вы должны выяснить, как он взаимодействует с каждой из систем, в которой вы намереваетесь применять данный накопитель.

Быстродействие. Если быстродействие имеет для вас большее значение, чем совместимость и стоимость, приобретите накопитель на видеоленте 8 мм или DLT-накопители. Емкость таких накопителей исключительно велика, а быстродействие достигает 6 Мбайт/с. Скорость обмена данными накопителей большой емкости в новых стандартах QIC не превышает 18 Мбайт/мин, а накопителей на DAT — 10 Мбайт/мин.

Самыми "медленными" являются старые накопители QIC-80. При подключении к контроллеру гибких дисков они обеспечивают скорость передачи данных всего 3–4 Мбайт/мин, а со специальной интерфейсной платой (за которую придется заплатить отдельно) — до 9 Мбайт/мин. Рекламируемая производительность автономных портативных устройств этого класса — 3–8 Мбайт/мин, но реально она не превышает 2–3 Мбайт/мин.

Цена на накопители и ленты. Выбрав устройство определенного типа, со всей серьезностью подойдите к его покупке.

Хотелось бы отметить следующее. Сумма, которую вы заплатите за накопитель и кассеты, по крайней мере сопоставима с затратами материальными и моральными, которые ожидают вас при выходе из строя жесткого диска и потере данных. Если учесть, что пользователи охотнее занимаются резервным копированием информации на ленте, нежели на дискетах, можно с уверенностью сказать, что покупка накопителя на магнитной ленте оправдана и в случае одного-единственного компьютера, пусть даже он используется только для игр.

Портативные накопители на магнитной ленте. Портативные внешние накопители на магнитной ленте используются очень часто, и это вполне объяснимо — их можно легко переносить от одного компьютера к другому. Такие устройства особенно удобны для пользователей, которые работают на портативных компьютерах (в них нельзя установить встроенный накопитель на магнитной ленте), или для тех, кто хочет создать резервные копии данных, хранящихся в нескольких компьютерах, не устанавливая в каждый из них отдельный накопитель. Портативный накопитель может пригодиться и в том случае, если в корпусе компьютера нет свободного отсека для установки стационарного устройства.

Большим преимуществом портативных накопителей является то, что они полностью автономны. Они размещаются в закрытых прямоугольных корпусах; с помощью кабеля подсоединяются к параллельному порту и используют собственный блок питания.

Для создания резервной копии диска или отдельных файлов подключите портативный накопитель к параллельному порту и электрической сети и запустите соответствующую программу. Однако есть и некоторые ограничения на использование портативных устройств: программа копирования должна быть с ними совместима. Правда, большинство фирм-производителей продает в комплекте с накопителем соответствующую версию программы резервного копирования. Некоторые популярные программы такого рода с ними не совместимы.

Установка накопителей на магнитной ленте

Рассмотренные выше накопители могут быть как встроенными, так и автономными. Какой из них выбрать? И если это будет автономный, то какого типа? Ответы на эти вопросы не всегда очевидны. Для одного компьютера с относительно небольшим диском подойдет встроенный накопитель QIC-80. Если вы работаете с несколькими компьютерами с небольшими дисками или переносите данные из одной системы в другую, нужен автономный накопитель QIC-80. Если вы не ограничиваетесь выполнением столь простых операций, то имейте в виду следующее.

- Если вы часто создаете резервные копии жесткого диска большой емкости или обслуживаете много компьютеров и хотите свести к минимуму количество кассет и выполняемых с ними манипуляций, то установите в каждую систему свой встроенный накопитель на ленте DAT, видеоленте 8 мм или ленте большой емкости стандарта QIC.
- Если вам нужен накопитель большой емкости, но не во всех обслуживаемых вами компьютерах есть свободные отсеки для установки внутренних накопителей, то обзаведитесь автономным накопителем на DAT или видеоленте.

В следующем разделе описаны наиболее важные этапы установки внутренних и внешних накопителей.

Установка внутренних накопителей. Почти все современные внутренние накопители на магнитной ленте рассчитаны на установку в отсек для дисковода половинной высоты. Многие из них умещаются и в меньшем по размеру отсеке для дисководов формата 3,5". Накопители с дисководами формата 3,5" обычно продаются смонтированными в каркасах или рамках, позволяющих установить их в отсек большого размера. Глубина накопителей на магнитной ленте — от 5" до 9" (12,5–22,5 см), таким же должно быть и свободное пространство внутри системного блока. При их монтаже используются те же направляющие, что и для дисководов, накопителей на жестких дисках и CD-ROM.

Для подключения внутренних накопителей нужен свободный разъем питания, как правило, большего размера (используется для подключения накопителей на жестких дисках), но иногда в них устанавливаются меньшие разъемы, аналогичные тем, которые используются в дисководах формата 3,5". Если свободного разъема в компьютере нет, воспользуйтесь двойником-удлинителем. Для этого сначала отключите разъем питания от одного из уже установленных устройств, например от дисковода.

Обмен данными между компьютером и накопителями QIC-40 и QIC-80 чаще всего осуществляется через контроллер гибких дисков. В компьютере с одним дисководом накопитель на магнитной ленте подключается к свободному разъему интерфейсного кабеля. При наличии двух дисководов воспользуйтесь двойником для интерфейсного кабеля.

Для других внутренних накопителей на магнитной ленте (кроме QIC-40 и QIC-80) обычно нужна специальная плата; они также могут подключаться к одному из уже установленных в системе адаптеров (к специальному адаптеру QIC, адаптерам SCSI и SCSI-2 или плате IDE). При покупке накопителя обязательно обратите внимание на наличие в комплекте соответствующей платы адаптера или приобретите нужный адаптер за отдельную плату.

Внешнее подключение. Для того чтобы внешний накопитель на магнитной ленте мог работать с разными компьютерами, в них нужно установить платы адаптеров. Это не относится к внешним моделям QIC-40 и QIC-80, которые подключаются к *параллельному* порту компьютера. На платах адаптеров смонтирован разъем, подобный разъему параллельного порта, который выведен на заднюю панель системного блока. Платы адаптеров обычно работают в стандарте QIC, SCSI, SCSI-2 или IDE.

Внешние накопители питаются от сетевого блока питания (обычно это просто понижающий трансформатор), который подключается к основному блоку с помощью небольшого разъема. На всякий случай проверьте, достаточно ли у вас сетевых розеток (для компьютера, периферийных устройств и накопителя).

Программы для резервного копирования данных на магнитной ленте

Не менее важен вопрос о программном обеспечении. К большинству устройств прилагаются программы резервного копирования, которые можно использовать для решения простейших задач.

Однако существуют и другие программы, которые при условии совместимости с выбранным устройством обладают гораздо большими возможностями. Например, к некоторым накопителям на магнитной ленте прилагаются программы, работающие только под Windows, а для работы в DOS, UNIX или OS/2 понадобится купить дополнительные программы. То же самое относится и к резервному копированию данных в сети: если прилагаемая к накопителю программа для этого не предназначена, то понадобится соответствующая дополнительная программа.

Важной особенностью многих программ резервного копирования является их способность сжимать данные. Сжатие позволяет существенно уменьшить объем данных, хранящихся на носителе, по сравнению с объемом, который они занимают на диске, и, соответственно, снизить расход ленты.

Почитайте статьи о программах резервирования данных, публикуемые во многих компьютерных журналах, и вы найдете информацию о программах, обеспечивающих наилучшее сжатие данных или высокую скорость копирования. Эти два параметра очень важны для работы. Кроме того, большое значение имеет простота эксплуатации программы. Неудачная программа может стать причиной того, что вы будете выполнять резервирование не так часто, как это необходимо.

Программы, прилагаемые к накопителям. Покупая накопитель на магнитной ленте, проверьте, комплектуется ли он программой резервного копирования. Если нет, приобретите ее отдельно. Обычно программы, которые входят в комплект накопителя, хорошо выполняют свои функции (если только вы не будете требовать от них слишком многого).

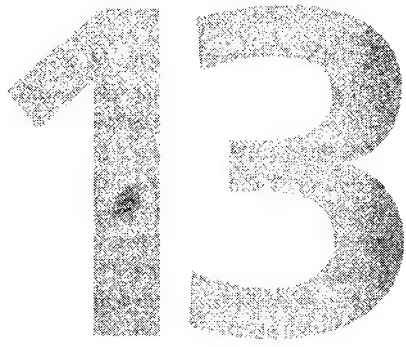
Программы сторонних разработчиков. Программы резервного копирования, рассчитанные на разные накопители и разные сферы применения, разрабатываются многими фирмами. Одни из них специализируются на сетевых программах, другие — на программах для DOS и Windows, третьи — на UNIX и т.п. Выяснить, совместима ли программа с конкретной сетью или операционной системой, можно, либо проконсультировавшись с солидной торговой компанией, либо связавшись с самой фирмой-разработчиком.

Зачастую с программами независимых фирм работать проще, чем с программами, прилагаемыми к накопителям. У программ фирм-производителей обычно бывает совершенно новый интерфейс, а команды могут показаться полной тарабарщиной. Подобные программы часто обеспечивают более эффективное сжатие данных и, по сравнению с программами фирм-производителей, предоставляют множество дополнительных возможностей и удобств.

Сведения о новых программах, их возможностях и ценах регулярно публикуются в компьютерных журналах. Если накопитель на магнитной ленте работает на системах, конфигурация которых подобна конфигурации вашего ПК, и обладает нужными вам возможностями, то его стоит приобрести.

Глава 13

Накопители CD-ROM



Через несколько минут, после того как вы вставите в компьютер компакт-диск, вам станет доступно такое количество информации, на поиски которой всего несколько лет назад пришлось бы затратить целые дни или даже недели! Медицина, юриспруденция, бизнес и образование — всевозможные виды знаний могут быть записаны на покрытом алюминием 5-дюймовом пластиковом диске, называемом *CD-ROM* (*Compact Disc Read-Only Memory — память только для чтения на компакт-диске*).

В настоящее время накопитель CD-ROM является неотъемлемой частью большинства компьютеров. Исключением из правила служит компьютер, используемый в бизнес-сети. В такой сети существует выделенный сервер с жесткими дисками и накопителем CD-ROM, предоставленными в совместное использование. Такой способ более экономичен, но приносит массу неудобств, особенно если сеть предприятия достаточно велика.

Что такое CD-ROM

CD-ROM — это оптический носитель информации, предназначенный только для чтения, на котором может храниться до 650 Мбайт данных, что соответствует примерно 333 000 страницам текста или 74 минутам высококачественного звучания, или их комбинации. CD-ROM очень похож на обычные звуковые компакт-диски, и его можно даже попытаться воспроизвести на обычном звуковом проигрывателе. Правда, при этом вы услышите просто шум. Доступ к данным, хранящимся на CD-ROM, осуществляется быстрее, чем к данным, записанным на дискетах, но все же значительно медленнее, чем на современных жестких дисках. *Термин CD-ROM относится как к самим компакт-дискам, так и к устройствам (накопителям), в которых информация считывается с компакт-диска.*

Сфера применения CD-ROM расширяется очень быстро: если в 1988 году их было записано всего несколько десятков, то на сегодняшний день выпущено уже несколько тысяч наименований самых разнообразных тематических дисков — от статистических данных по мировому сельскохозяйственному производству до обучающих игр для дошкольников. Множество мелких и крупных частных фирм и государственных организаций выпускают свои собственные компакт-диски со сведениями, представляющими интерес для специалистов в определенных областях.

Немного истории

В 1978 году фирмы Sony и Philips объединили свои усилия в области разработки современных звуковых компакт-дисков. Фирма Philips к тому времени уже разработала лазерный проигрыватель, а у Sony за плечами были многолетние исследования в области цифровой звукозаписи. Конкурентная борьба между ними могла привести к появлению двух несовместимых форматов лазерных дисков, поэтому они пришли к соглашению о единой технологии их записи и производства.

Фирма Sony настаивала на том, чтобы диаметр компакт-дисков был равен 12″, а Philips предлагала уменьшить его.

В 1982 году обе фирмы обнародовали стандарт, в котором определялись методы обработки сигналов, способы их записи, а также размер диска — 4,72″, который используется и по сей день. Точные размеры компакт-диска таковы: внешний диаметр — 120 мм, диаметр центрального отверстия — 15 мм, толщина — 1,2 мм. Говорят, что такие размеры были выбраны потому, что на таком диске полностью помещалась Девятая симфония Бетховена.

Сотрудничество этих двух фирм в 80-е годы привело к созданию дополнительных стандартов, касающихся использования технологий для записи компьютерных данных. На основе этих стандартов были созданы современные накопители для работы с компакт-дисками. И если на первом этапе инженеры трудились над тем, как подобрать размер диска под величайшую из симфоний, то сейчас программисты и издатели думают, как в этот маленький кружочек втиснуть побольше информации.

Технология записи компакт-дисков

Компьютерные компакт-диски выглядят так же, как и звуковые компакт-диски, но, кроме музыки, на них можно записать и другую информацию. Накопители CD-ROM, которые подключаются к компьютерам, напоминают проигрыватели музыкальных компакт-дисков. В них тоже надо вставить компакт-диск, а по окончании работы его вынуть — все это хорошо знакомо тем, кто пользуется аудио компакт-дисками. А если разобраться получше, то станет очевидно, что эти устройства работают по одному принципу.

Компакт-диск диаметром 120 мм (около 4,75″) изготовлен из полимера и покрыт металлической пленкой (обычно каким-нибудь сплавом алюминия). Информация считывается именно с этой металлической пленки, которая покрывается полимером, защищающим данные от повреждения. Этикетка обычно помещается на верхней стороне диска, а считывание выполняется с нижней стороны. Таким образом, компакт-диск является односторонним носителем информации.

Замечание

С дисками CD-ROM необходимо обращаться так же аккуратно, как и с фотографическими негативами. Поскольку компакт-диск является оптическим устройством, его поверхность должна быть чистой и гладкой.

Тиражирование компакт-дисков

Несмотря на то, что запись на компакт-диск (так называемый *мастер-диск*) осуществляется с помощью лазера, этот способ непригоден для производства сотен или тысяч копий. Запись одного мастер-диска длится более получаса. Кроме того, материалы, применяемые при изготовлении мастер-дисков, не подходят для длительного использования этих дисков.

Если необходимо изготовить небольшой тираж компакт-дисков, с оригинала (мастер-диска) методом гальванопластики снимается металлическая копия (матрица), которую можно использовать для изготовления копий так же, как при тиражировании виниловых грампластинок. Этот метод применяют для изготовления небольших партий дисков, поскольку металлическая копия изнашивается.

Большие партии компакт-дисков производятся в три этапа.

1. С мастер-диска вышеописанным способом снимается первичная матрица.
2. С помощью этой матрицы изготовляют копию мастер-диска из более прочного металла.
3. Копию мастер-диска можно многократно использовать для изготовления вторичных (рабочих) матриц.

При таком способе можно изготовить множество рабочих матриц с одной копии мастер-диска, причем его оригинал практически неприкосновенен, а в технологическом процессе используются относительно недорогие материалы. Те компакт-диски, которые вы покупаете в магазине, отштампованы на поликарбонатной основе, покрытой алюминием и защитным слоем пластика. Тонкое алюминиевое покрытие повторяет профиль поверхности основы, что позволяет по отражению лазерного луча от поверхности определить, есть ли на ней углубление.

Описанная технология используется при производстве как аудио компакт-дисков, так и дисков CD-ROM.

Считывание информации с диска происходит за счет регистрации изменений интенсивности отраженного от алюминиевого слоя излучения маломощного лазера. Приемник или фотодатчик определяет, отразился ли луч от гладкой поверхности, был он рассеян или поглощен. Рассеивание или поглощение луча происходит в местах, где в процессе записи были нанесены углубления (штрихи). Сильное отражение луча происходит там, где этих углублений нет. Фотодатчик, размещенный в накопителе CD-ROM, воспринимает рассеянный луч, отраженный от поверхности диска. Затем эта информация в виде электрических сигналов поступает на микропроцессор, который преобразует эти сигналы в двоичные данные или в звук.

Глубина каждого штриха на диске равна 0,12 мкм, ширина — 0,6 мкм. Они расположены вдоль спиральной дорожки, расстояние между соседними витками которой составляет 1,6 мкм, что соответствует плотности 16 000 витков на дюйм или 625 витков на миллиметр. Длина штрихов вдоль дорожки записи может колебаться от 0,9 до 3,3 мкм. Дорожка начинается на некотором расстоянии от центрального отверстия диска и заканчивается примерно в 5 мм от внешнего края.

Если на компакт-диске (звуковом или информационном) необходимо отыскать место записи определенных данных, то его координаты предварительно считываются из оглавления диска, после чего считывающее устройство перемещается к нужному витку спирали и ждет появления определенной последовательности битов.

Данные на компакт-дисках записываются с использованием технологии *CLV* (*Constant Linear Velocity* — запись с постоянной линейной скоростью). Это означает, что запись и воспроизведение данных с компакт-диска происходят с постоянной линейной скоростью перемещения дорожки относительно считывающего устройства. Другими словами, при считывании информации с внутренних дорожек диск должен вращаться быстрее, а при считывании информации с внешних дорожек — медленнее. Этот способ применяется потому, что первоначально компакт-диски были предназначены для воспроизведения звука, при котором скорость считывания данных должна была быть постоянной. По этой причине спираль компакт-диска разбивается на блоки (секторы), частота следования которых при записи и воспроизведении составляет 75 блоков в секунду. Это означает, что при полном времени считывания, равном 74 мин, на диске располагается 333 000 блоков (секторов).

Новые накопители CD-ROM используют диски, записанные по технологии CLV, но воспроизводят их с постоянной угловой скоростью *CAV* (*Constant Angular Velocity* — постоянная угловая скорость). При этом дорожка с данными считывается лазером с разной скоростью, в зависимости от физического расположения на диске (внутренняя или внешняя). Этот тип накопителей считывает дорожки на краю диска быстрее, чем в центре, поскольку диск вращается с постоянной скоростью. Накопители CAV, как правило, работают быстрее накопителей CLV. Накопители, в которых используется и технология CLV, и CAV, называются *P-CAV* (*Partial-CAV* — частично постоянная угловая скорость).

В каждом блоке диска, записанного в формате CD-DA (аудио компакт-диск), содержится 2 352 байт. На диске CD-ROM 304 из них используется для синхронизации, идентификации и кодов коррекции ошибок, а оставшиеся 2 048 байт — для хранения полезной информации. Поскольку за секунду считывается 75 блоков, стандартная скорость считывания данных с дисков CD-ROM — 153 600 байт/с, или 150 Кбайт/с.

Поскольку на компакт-диске может содержаться максимальный объем данных, который считывается 74 мин, а за секунду считывается 75 блоков по 2 048 байт, нетрудно подсчитать, что максимальная емкость диска CD-ROM составляет 681 984 000 байт (около 650 Мбайт).

Устройство накопителей CD-ROM

Накопители CD-ROM отличаются от проигрывателей музыкальных дисков, в основном, микропроцессором, который выполняет декодирование электрических сигналов. В звуковых проигрывателях записанные на компакт-дисках цифровые данные преобразуются в аналого-

вые электрические сигналы, поступающие затем на стереоусилитель. При этом допускаются небольшие погрешности — главное, чтобы они лежали за пределами чувствительности человеческого слуха. При считывании же с накопителя CD-ROM погрешности недопустимы. Каждый бит должен быть считан совершенно точно, поэтому довольно значительную часть всего объема диска CD-ROM занимают *коды коррекции ошибок* (*Error Correcting Code — ECC*). С их помощью можно в большинстве случаев обнаружить и исправить неправильно считанные данные, что позволяет снизить вероятность сбоев до приемлемой величины.

Алгоритм работы накопителя CD-ROM таков.

1. *Полупроводниковый лазер* (рис. 13.1) генерирует маломощный инфракрасный луч, который попадает на отражающее зеркало.
2. *Серводвигатель* по командам, поступающим от встроенного микропроцессора, смещает подвижную каретку с отражающим зеркалом к нужной дорожке на компакт-диске.
3. Отраженный от диска луч фокусируется линзой, расположенной под диском, отражается от зеркала и попадает на разделительную призму.
4. *Разделительная призма* направляет отраженный луч на другую фокусирующую линзу.
5. Эта *линза* направляет отраженный луч на фотодатчик, который преобразует световую энергию в электрические импульсы.
6. Сигналы с *фотодатчика* декодируются встроенным микропроцессором и передаются в компьютер в виде данных.

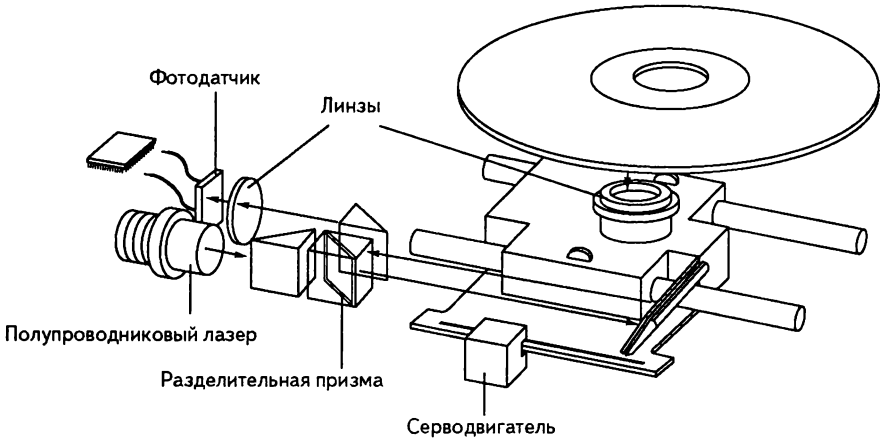


Рис. 13.1. Структура накопителя CD-ROM

Штрихи, нанесенные на поверхность диска, имеют разную длину. Интенсивность отраженного луча изменяется, изменяя соответствующим образом электрический сигнал, поступающий на фотодатчик. Биты данных считываются как переходы между высокими и низкими уровнями сигналов, которые физически записываются как начало и конец каждого штриха.

Поскольку для программных файлов и файлов с данными важен каждый бит, в накопителях CD-ROM используются весьма сложные алгоритмы обнаружения и коррекции ошибок. Благодаря таким алгоритмам вероятность неправильного считывания данных составляет менее $0,1^{25}$. Другими словами, безошибочно считывается два квадриллиона дисков, что соответствует стопке компакт-дисков высотой около двух миллиардов километров!

Для реализации этих методов коррекции ошибок к каждым 2 048 полезным байтам добавляется 288 контрольных. Это позволяет восстанавливать даже сильно поврежденные последовательности данных (длиной до 1 000 ошибочных битов). Использование столь сложных

методов обнаружения и коррекции ошибок связано, во-первых, с тем, что компакт-диски весьма подвержены внешним воздействиям, во-вторых, потому, что подобные носители изначально разрабатывались лишь для записи звуковых сигналов, требования к точности которых не столь высоки.

Если данные в проигрывателе аудио компакт-дисков считаны неправильно, то они *интерполируются*. Например, если три последовательных значения сигнала выражаются числами 10, 13 и 20 и среднее значение из-за повреждения или загрязнения поверхности диска утеряно, то его можно с высокой степенью достоверности восстановить как среднее значение между 10 и 20 (15). Несмотря на то, что восстановленное значение неточное, слушатель не заметит этой погрешности. Если же такая ситуация возникнет при считывании с CD-ROM, например, программного файла, то пропущенный бит может с равной вероятностью быть нулевым или единичным, и интерполировать его значение, естественно, будет невозможно.

Именно из-за столь высоких требований к точности воспроизведения накопители CD-ROM появились позже своих музыкальных собратьев, а их первые образцы были слишком дорогими для массового покупателя. Кроме того, фирмы-производители несколько запоздали с принятием соответствующих стандартов, что сдерживало производство CD-ROM. К тому же отсутствовала база программного обеспечения, которая могла бы стимулировать увеличение темпов производства CD-ROM.

После снижения стоимости производства накопителей и дисков они все равно не получили должного распространения в мире ПК. Это можно объяснить небольшими размерами приложений того времени. Сейчас практически все программное обеспечение поставляется на компакт-дисках, даже если оно занимает десятую часть диска. Производители программ придерживаются следующего правила: если программный продукт занимает более двух дискет, более рационально использовать компакт-диск.

Преимущества записи на компакт-диск больших программ очевидны. Для распространения операционной системы Windows 98 потребовалось бы около 70 дискет, причем формата записи, разработанного фирмой Microsoft, позволяющего поместить на дискете 1,71 Мбайт данных. Стоимость производства, упаковки и распространения такого количества дискет несоизмерима с производством одного компакт-диска.

Типы накопителей CD-ROM

При выборе накопителя CD-ROM необходимо учитывать такие параметры:

- производительность;
- тип интерфейса, который используется для подключения к компьютеру;
- тип механизма загрузки и извлечения компакт-диска.

Обычно фирмы-производители выпускают серии моделей накопителей CD-ROM с различными скоростями считывания, различными механизмами загрузки диска и типами адаптеров, обеспечивающих контакт с ПК. По этой причине цены на накопители CD-ROM имеют большой диапазон. Поэтому для правильного выбора устройства необходимо разобраться в перечисленных выше параметрах.

Параметры накопителей CD-ROM

Приводимые в документации к накопителям CD-ROM параметры характеризуют в основном их производительность. Например, если при покупке спортивного автомобиля вам предлагают машину, время разгона которой до 100 км/час равно 5 с, значит, эта машина — то, что надо! Для определения возможностей машин используют такие параметры, как мощность двигателя, вес, конструкция подвески и т.п.

Основными характеристиками накопителей CD-ROM являются скорость передачи и время доступа к данным, наличие внутренних буферов и их емкость, а также тип используемого интерфейса.

Скорость передачи данных. Скорость передачи данных определяет объем данных, который может считать накопитель с компакт-диска на компьютер за одну секунду. Основной единицей измерения этого параметра является количество переданных килобайтов данных в секунду (Кбайт/с). Например, если указано, что скорость передачи данных равна 150 Кбайт/с, значит, данный накопитель будет считывать с компакт-диска 150 Кбайт данных за секунду при установившемся режиме. Заметим, что речь идет об установившемся и непрерывном считывании, а не считывании данных с различных мест диска. Очевидно, что эта характеристика отражает максимальную скорость считывания накопителя. Чем выше скорость считывания, тем лучше, однако необходимо помнить, что существуют и другие важные параметры.

В соответствии со стандартным форматом записи за каждую секунду должно считываться 75 блоков данных по 2 048 полезных байтов. Скорость передачи данных при этом должна быть равна 150 Кбайт/с. Это стандартная скорость передачи данных для устройств CD-DA, которые также называются *односкоростными*. Термин односкоростной означает, что запись на компакт-диски осуществляется в формате с постоянной линейной скоростью (CLV); при этом скорость вращения диска изменяется так, чтобы линейная скорость оставалась постоянной.

Поскольку, в отличие от музыкальных компакт-дисков, данные с диска CD-ROM можно считывать с произвольной скоростью (главное, чтобы скорость была постоянной), ее вполне можно повысить. На сегодняшний день выпускаются накопители, в которых информация может считываться с разными скоростями, кратными скорости, которая принята для односкоростных накопителей (табл. 13.1).

Таблица 13.1. Скорости передачи данных в накопителях CD-ROM

Тип накопителя	Скорость передачи данных, байт/с	Скорость передачи данных, Кбайт/с
Односкоростной (1x)	153 600	150
Двухскоростной (2x)	307 200	300
Трехскоростной (3x)	460 800	450
Четырехскоростной (4x)	614 400	600
Шестискоростной (6x)	921 600	900
Восьмискоростной (8x)	1 228 800	1 200
Десятискоростной (10x)	1 536 000	1 500
Двенадцатискоростной (12x)	1 843 200	1 800
Шестнадцатискоростной (16x)	2 457 600	2 400
Восемнадцатискоростной (18x)	2 764 800	2 700
Двадцатичетырехскоростной (24x)	3 686 400	3 600
Тридцатидвухскоростной (32x)	4 915 200	4 800
Стоскоростной (100x)	15 360 000	15 000
CAV (12x–24x)	1 843 200–3 686 400	1 800–3 600

В настоящее время самыми распространенными являются накопители 24x и 32x. Накопитель 4x рекомендован в качестве необходимого минимума для нового стандарта мультимедиа MPC-3 (Multimedia Personal Computer — мультимедиа для персональных компьютеров). Стоскоростной накопитель еще не появился в продаже, но был представлен на информационных международных выставках. Практически все новые системы оснащаются накопителями 24x и 32x.

Мультимедиа и современные игры представляют собой сплав музыки, анимации, видео, изображений и других данных. Поэтому на таких продуктах определяется необходимая минимальная конфигурация для достаточно приемлемого воспроизведения. Пользователям, активно использующим накопитель CD-ROM, стоит подумать о приобретении самого быстрого из существующих на рынке накопителей. Если же вы не предполагаете активно использовать накопитель (например, применять его только при установке программ), можете не беспокоиться о покупке нового до следующего обновления системы. Я, например, до сих пор использую односкоростной накопитель.

Даже лучшие модели накопителей CD-ROM существенно уступают по быстродействию жестким дискам, скорость передачи данных которых достигает 21 Мбайт/с и выше. Это означает, что возможностей интерфейсов SCSI и ATA/IDE вполне достаточно для подключения к ним накопителей CD-ROM. Если вы собираетесь работать с программами различных типов, то приобретите накопитель, скорость передачи данных которого максимальна. Для программ, в которых используются подвижные изображения, мультипликация или звук, необходимо быстродействующее устройство — "медленные" модели вызывают раздражение. Поэтому используйте, как минимум, накопитель 4x, который может передавать данные со скоростью 600 Кбайт/с.

Время доступа. Время доступа к данным для накопителей CD-ROM определяется так же, как и для жестких дисков. Оно равняется задержке между получением команды и моментом считывания первого бита данных. Время доступа измеряется в миллисекундах и его стандартное паспортное значение для накопителей 24x приблизительно равно 95 мс. При этом имеется в виду среднее время доступа, поскольку реальное время доступа зависит от расположения данных на диске. Очевидно, что при работе на внутренних дорожках диска время доступа будет меньше, чем при считывании информации с внешних дорожек. Поэтому в паспортах на накопители приводится среднее время доступа, определяемое как среднее значение при выполнении нескольких случайных считываний данных с диска.

Очевидно, что, чем меньше время доступа, тем лучше, особенно в тех случаях, когда данные нужно находить и считывать быстро. Время доступа к данным на CD-ROM постоянно сокращается, о чем будет сказано ниже. Заметим, что этот параметр для накопителей CD-ROM намного хуже, чем для жестких дисков (100–200 мс для CD-ROM и 8 мс для жестких дисков). Столь существенная разница объясняется принципиальными различиями в конструкциях: в жестких дисках используется несколько головок и диапазон их механического перемещения меньше. Накопители CD-ROM используют один лазерный луч, и он перемещается вдоль всего диска. К тому же данные на компакт-диске записаны вдоль спирали и после перемещения считывающей головки для чтения данной дорожки необходимо еще ждать, когда лазерный луч попадет на участок с необходимыми данными. При чтении внешних дорожек время доступа больше, нежели при чтении внутренних дорожек.

Время доступа к данным в современных накопителях CD-ROM существенно снизилось по сравнению с первыми односкоростными моделями. Обычно, когда увеличивается скорость передачи данных, соответственно уменьшается и время доступа. В табл. 13.2 приведены стандартные значения этого параметра для накопителей CD-ROM различных типов.

Приведенные в табл. 13.2 данные характерны для устройств высокого класса. В каждой категории накопителей (с одинаковой скоростью передачи данных) могут быть устройства с более высоким или с более низким значением времени доступа.

Таблица 13.2. Стандартное время доступа к данным в накопителях CD-ROM

Тип накопителя	Время доступа к данным, мс
Односкоростной (1x)	400
Двухскоростной (2x)	300
Трехскоростной (3x)	200
Четырехскоростной (4x)	150
Шестискоростной (6x)	150
Восьмискоростной (8x)	100
Десятискоростной (10x)	100
Двенадцатискоростной (12x)	100
Шестнадцатискоростной (16x)	90
Восемнадцатискоростной (18x)	90
Двадцатичетырехскоростной (24x)	90
Тридцатидвухскоростной (32x)	85
Стоскоростной (100x)	80
CAV (12/24x)	150–90

Кэш-память. Во многих накопителях CD-ROM имеются встроенные буферы, или кэш-память. Эти *буферы* представляют собой устанавливаемые на плате накопителя микросхемы памяти для записи считанных данных, что позволяет передавать в компьютер за одно обращение большие массивы данных. Обычно емкость буфера составляет 256 Кбайт, хотя выпускаются модели как с большими, так и с меньшими объемами (чем больше — тем лучше!). Как правило, в более быстродействующих устройствах емкость буферов больше. Это делается для достижения более высоких скоростей передачи данных.

Накопители, в которых есть буфер (кэш-память), обладают рядом преимуществ. Благодаря буферу данные в компьютер могут передаваться с постоянной скоростью. Например, данные для считывания обычно разбросаны по диску и, поскольку накопители CD-ROM имеют относительно большое время доступа, это может привести к тому, что считываемые данные будут поступать в компьютер с задержками. Это практически незаметно при работе с текстами, но если у накопителя большое время доступа и нет буфера данных, при выводе изображений или звукового сопровождения возникающие паузы сильно действуют на нервы. Кроме того, если для управления накопителями используются достаточно сложные программы-драйверы, то в буфер может быть заранее записано оглавление диска, и обращение к фрагменту запрашиваемых данных происходит намного быстрее, чем при поиске "с нуля". Рекомендуемая емкость встроенного буфера — не менее 512 Кбайт, что является стандартным значением для большинства двадцатичетырехскоростных устройств.

Интерфейс

Под *интерфейсом* накопителя CD-ROM понимается физическое соединение накопителя с шиной расширения. Поскольку интерфейс — это канал, с помощью которого данные передаются от накопителя к компьютеру, его значение чрезвычайно велико. Для подключения накопителя CD-ROM к компьютеру используется три типа интерфейсов:

- SCSI/ASPI (Small Computer System Interface/Advanced SCSI Programming Interface);
- IDE/ATAPI (Integrated Device Electronics/AT Attachment Packet Interface);
- параллельный порт.

Интерфейс SCSI/ASPI. Интерфейсом SCSI (Small Computer System Interface — интерфейс малых компьютерных систем) называется специализированная шина, к которой можно подключать различные типы периферийных устройств. На сегодняшний день самой распространенной версией этого стандарта является *SCSI-2*. Взаимодействие между накопителем CD-ROM (и другими SCSI-устройствами) и основным адаптером осуществляется с помощью стандартного программного интерфейса под названием *ASPI* (Advanced SCSI Programming Interface). SCSI — универсальный и высокопроизводительный интерфейс для накопителей CD-ROM, к которому, кроме того, можно подключить и другие периферийные устройства.

При этом дополнительные устройства, например накопители на магнитной ленте или дополнительные накопители CD-ROM, можно подключать последовательно к одному и тому же основному адаптеру, а не устанавливать для каждого из них в слоты системной шины компьютера отдельные платы. Благодаря этому свойству при подключении к компьютеру нескольких периферийных устройств, в частности накопителей CD-ROM, следует отдавать предпочтение именно интерфейсу SCSI.

Однако не все адаптеры SCSI одинаковы. Несмотря на то что для них может использоваться общая система команд, выполнять их адаптеры будут по-разному, в зависимости от особенностей схемы. Для того чтобы избавиться от подобных различий, был создан программный интерфейс ASPI. Он был разработан фирмой Adaptec — признанным лидером в производстве контроллеров и адаптеров SCSI. Интерфейс ASPI состоит из двух основных частей. Первая часть — это программа-драйвер ASPI-Manager, которая обеспечивает взаимодействие основного адаптера SCSI с операционной системой компьютера, а также организует общее взаимодействие устройств с шиной SCSI.

Вторая часть — индивидуальные ASPI-драйверы устройств, например ASPI-драйвер для конкретной модели накопителя CD-ROM и других устройств (накопителя на магнитной ленте, сканера и т.п.). ASPI-драйвер периферийного устройства взаимодействует с программой ASPI-Manager основного адаптера. Именно таким способом удается организовать совместную работу нескольких устройств, подключенных к шине SCSI.

Подводя итог, отметим, что при покупке накопителя CD-ROM с интерфейсом SCSI необходимо убедиться в наличии ASPI-драйвера для операционной системы и проверить соответствие программы ASPI-Manager основного адаптера SCSI драйверу накопителя.

Повторяю: SCSI — это самый подходящий интерфейс для накопителей CD-ROM и других устройств. Он позволяет добиться высокой производительности, а также подключить до семи (и более) устройств к одному основному адаптеру. Недостатком этого интерфейса является его высокая стоимость. Если вы не собираетесь подключать к шине SCSI каких-либо других периферийных устройств, кроме накопителя CD-ROM, то не тратьте деньги на возможности, которые никогда не будут востребованы. В этом случае лучше использовать интерфейс IDE/ATAPI.

Интерфейс IDE/ATAPI. *IDE/ATAPI* является расширением интерфейса ATA, к которому обычно подключаются жесткие диски. Строго говоря, ATAPI — это стандартный программный расширенный интерфейс IDE (Enhanced IDE) для накопителей CD-ROM, функцией которого является преобразование команд SCSI/ASPI в стандарт IDE/ATA. С его помощью можно быстро приспособить новые высококачественные модели накопителей к работе с интерфейсом IDE, а также сохранить совместимость IDE-накопителей CD-ROM с программой MSCDEX (Microsoft CD-ROM Extensions), обеспечивающей их взаимодействие с DOS. В Windows 9*x* программное обеспечение для CD-ROM содержится в драйвере CDFS (CD File System) VxD (Virtual Device).

Накопители ATAPI иногда называют *расширенными IDE-накопителями* (Enhanced IDE), поскольку они являются усовершенствованной версией стандартного интерфейса IDE (с технической точки зрения). В большинстве случаев накопители IDE/ATA CD-ROM подключаются ко второму каналу IDE (или интерфейсному кабелю), а первый используется для жестких дисков. Так делается потому, что в IDE плохо организовано совместное использование общего канала, и жесткому диску приходилось бы ждать, пока накопитель CD-ROM выпол-

нит переданную ему команду. Для интерфейса SCSI такой проблемы не существует, поскольку команды передаются на разные устройства, не ожидая завершения предыдущей команды.

Внимание!

Если вы собираетесь приобретать записываемый накопитель, такой как CD-R или CD-RW, обратите внимание на накопитель с интерфейсом SCSI, а не с IDE/ATAPI. Это связано с разделением канала между двумя устройствами. Поскольку при записи диска необходим непрерывный поток данных, то при использовании интерфейса IDE/ATAPI будут возникать проблемы.

Подключение накопителя CD-ROM через интерфейс IDE/ATAPI — это самый экономный и довольно эффективный способ подключения. В большинстве современных компьютеров подключение накопителя CD-ROM осуществляется через интерфейс IDE/ATAPI. Если вы не хотите, чтобы быстродействие системы снизилось, убедитесь в том, что накопитель подключен ко второму каналу IDE (отдельному интерфейсному кабелю), а не к тому, который используется для жесткого диска. Во многих современных звуковых платах есть драйверы ATAPI и IDE-разъем, предназначенные специально для подключения накопителей CD-ROM. Ко второму каналу IDE-интерфейса можно подключить до двух накопителей, но при использовании большего количества устройств лучший выбор — SCSI-интерфейс.

Параллельный порт. Это простейший способ подключения накопителя CD-ROM к компьютеру. Вам необходимо лишь подключить накопитель с помощью кабеля и установить соответствующее программное обеспечение. Хочу обратить ваше внимание, что простота установки не обеспечивает должной скорости передачи данных. Используйте накопитель CD-ROM с таким интерфейсом в качестве переносного для установки программ на тех компьютерах, которые не оснащены накопителем CD-ROM.

Механизм загрузки компакт-диска

Существует два принципиально разных типа механизмов для загрузки компакт-дисков: в контейнеры накопителя и в выдвижные лотки. У каждого из них есть свои преимущества и недостатки. От того, какой тип механизма вы выберете, зависит способ вашего "общения" с накопителем — ведь вы будете сталкиваться с этим механизмом каждый раз, когда захотите поставить новый компакт-диск!

Сегодня выпускаются такие накопители, в которые можно загрузить сразу несколько компакт-дисков. Эти устройства похожи на многодисковые проигрыватели для автомобилей.

Контейнеры. Этот механизм загрузки дисков используется в большинстве высококачественных накопителей на компакт-дисках. Диск устанавливается в специальный, плотно закрывающийся *контейнер* с подвижной металлической заслонкой. У него есть крышка, которую откидывают исключительно для того, чтобы поместить диск в контейнер или вынуть его; все остальное время крышка остается закрытой. При установке контейнера в накопитель металлическая заслонка специальным механизмом сдвигается в сторону, открывая лазерному лучу путь к поверхности компакт-диска.

Контейнеры — это самый удобный механизм загрузки дисков. Если все ваши диски имеют контейнеры, то вам остается только выбрать нужный и вставить его в накопитель (примерно так же, как при работе с 3,5-дюймовыми дискетами). Контейнер можно спокойно брать в руки, не опасаясь запачкать или повредить поверхность компакт-диска. Даже детям можно доверять диски в контейнерах, поскольку им не придется брать в руки сами носители.

Помимо того, что контейнер защищает компакт-диск от загрязнения и повреждений (вы касаетесь диска только тогда, когда его нужно вставить или вынуть), при таком способе он устанавливается в накопитель более точно. Это уменьшает погрешности позиционирования считывающего устройства и в конечном счете — время доступа к данным.

Единственным недостатком контейнеров является их высокая стоимость. К накопителю прилагается только один контейнер, и я не раз сталкивался с пользователями, которые никак не могли понять, что одного контейнера им совершенно недостаточно! Было довольно любопытно наблюдать за их суетой, когда для того, чтобы установить в накопитель новый диск, им приходилось сначала вынимать из накопителя контейнер со старым диском, из которого затем вытаскивать компакт-диск, класть его в пластмассовую коробочку, вытаскивать из другой такой же коробочки новый компакт-диск, укладывать его в контейнер и, только потом вставлять контейнер в накопитель. Кошмар какой-то! Не вздумайте приобретать накопитель, рассчитанный на диски в контейнерах, если вы не планируете обзавестись хотя бы несколькими дополнительными контейнерами для самых используемых дисков!

После того как все ваши диски окажутся в контейнерах, работа с ними станет сплошным удовольствием — берешь и вставляешь! Понятно, что та коробочка, в которую был вложен диск при покупке, становится просто не нужной — ее функции выполняет контейнер.

Еще одним немаловажным достоинством накопителей, рассчитанных на диски в контейнерах, является то, что их можно устанавливать даже боком. С накопителями с выдвижными лотками такую операцию выполнить невозможно.

Выдвижные лотки. В большинстве простых накопителей на компакт-дисках для установки диска используются *выдвижные лотки*. Это такие же устройства, которые применяются в проигрывателях аудио компакт-дисков класса CD-DA. Поскольку диски не надо укладывать в отдельные контейнеры, механизм загрузки получается более дешевым. Правда, каждый раз при установке нового диска его необходимо брать в руки, а это повышает риск испачкать или поцарапать его.

Пользоваться накопителями с лотками не так удобно, как накопителями с контейнерами (если у вас, конечно, имеется несколько контейнеров). Для того чтобы заменить диск, необходимо выдвинуть лоток из накопителя, вынуть диск, положить его в прозрачную пластмассовую коробочку, вынуть новый диск из другой такой же коробочки, положить его в лоток и задвинуть лоток обратно.

Замечание

Не пытайтесь использовать лоток накопителя в качестве подставки для чашки, хотя кажется, что именно для этого он и предназначен!

Лоток сам по себе тоже является весьма ненадежной конструкцией. Его довольно легко сломать, например неосторожно задев локтем или уронив что-нибудь сверху в тот момент, когда он выдвинут из накопителя. Кроме того, любая грязь, попавшая на диск или на лоток, втягивается внутрь устройства при возврате механизма в рабочее положение. Поэтому накопители с лотками нельзя применять в промышленных или иных неблагоприятных внешних условиях. К тому же на лотке диск не располагается так безопасно, как в контейнере. Если компакт-диск уложен на лоток с перекосом, то при его загрузке может быть поврежден и диск, и накопитель. Как было отмечено выше, устройства с лотками не могут быть установлены вертикально — диск просто выпадет из предназначенного для него углубления.

Единственное, но, правда, весьма существенное преимущество устройств этого типа — их дешевизна. Если ваши дети уже выросли, компьютер установлен в чистом помещении, вы — человек аккуратный, а удобства вас не очень волнуют, приобретите накопитель с лотком, поскольку он значительно дешевле. С другой стороны, если вышеперечисленные обстоятельства складываются не в пользу такого решения, то потраченные на накопитель с контейнерами деньги с лихвой окупятся удобствами в эксплуатации.

Другие особенности накопителей на компакт-дисках

Безусловно, достоинства устройств, в первую очередь, определяются их техническими характеристиками, но существуют и другие немаловажные факторы. Помимо качества конструкции и надежности, при выборе накопителя необходимо учитывать такие его свойства:

- защита от пыли;
- автоматическая очистка линз;
- тип накопителя (внешний или внутренний).

Пылезащищенность. Главными врагами устройств на компакт-дисках являются пыль и грязь. Их попадание в оптическое устройство или в механизм приводит к ошибкам считывания данных или, в лучшем случае, к снижению быстродействия. В одних накопителях линзы и прочие ответственные узлы располагаются в отдельных герметизированных отсеках, в других для предотвращения попадания пыли внутрь накопителя используются своеобразные "шлюзы" из двух заслонок (внешней и внутренней). Все эти меры позволяют продлить срок службы устройства. Накопители для дисков в контейнерах значительно лучше защищены от неблагоприятных факторов, чем модели с выдвижными лотками. В промышленных условиях можно пользоваться только ими.

Автоматическая очистка линз. Если линзы лазерного устройства загрязнены, считывание данных замедляется, поскольку очень много времени уходит на повторные операции поиска и чтения (в худшем случае данные могут вообще не считываться). В таких случаях следует использовать специальные чистящие диски. В некоторых современных высококачественных моделях накопителей имеется встроенное устройство очистки линз. Оно очень полезно, когда компьютер работает в сложных внешних условиях или вы не можете содержать свое рабочее место в чистоте. Пусть хоть линзы накопителя на компакт-дисках остаются чистыми!

Внешние и внутренние накопители. При выборе модели накопителя на компакт-дисках (внешний или внутренний) необходимо учитывать то, каким образом он будет использоваться и планируется ли модернизация компьютера. Каждый из этих типов накопителей имеет свои достоинства и недостатки. Вот некоторые из них.

- *Внешние накопители.* Эти портативные устройства прочнее и крупнее, чем встроенные. Приобретать их рекомендуется только в случае нехватки места внутри компьютера или если необходимо подключать накопитель то к одному компьютеру, то к другому. Если в каждом из них есть свой SCSI-адаптер, то эта процедура сводится к отключению накопителя от одного компьютера и подключению к другому.
- *Внутренние накопители.* Эти устройства рекомендуется приобретать, если в компьютере есть свободный отсек или накопитель планируется использовать только на одном компьютере. Во всех современных компьютерах устанавливаются накопители на компакт-дисках, и их больше не рассматривают как периферийные устройства. Еще одно преимущество внутренних накопителей состоит в том, что их звуковой разъем можно подключать к внутреннему разъему звуковой платы, а внешние звуковые разъемы можно использовать для других целей.

Форматы компакт-дисков и накопителей на компакт-дисках

Двоичные биты 0 и 1 на компакт-дисках кодируются штрихами. Однако, если данные не организовать должным образом, то накопитель и компьютер окажутся не в состоянии отыскать что-либо осмысленное в том нагромождении двоичных чисел, которое представляет собой хранящаяся на компакт-диске информация. Поэтому данные записываются на диске в

соответствии с определенными стандартами (форматами). Когда в процессе считывания данных в их потоке встречается определенная комбинация битов, накопитель (и компьютер) распознает формат и структуру расположения информации на диске. Если бы в свое время не были приняты стандарты на форматы представления данных, индустрия компакт-дисков не могла бы существовать. Каждая фирма-производитель выпускала бы собственные накопители и диски к ним, но об их совместимости не было бы и речи, а следовательно, спрос на такие "уникальные" изделия был бы невелик.

Стандарты на форматы необходимы для совершенствования технологии. Например, колеса из сплошной резины и отсутствие подвески подходили для старых автомобилей, скорость передвижения которых была в пределах 30 миль в час. Но при скорости 60 миль в час такое решение может привести к аварии. Надувные шины и амортизаторы являются неотъемлемыми частями современного автомобиля.

Стандарты на форматы представления данных также непрерывно развиваются. На первых компакт-дисках записывалась только текстовая информация, кодировать которую было относительно просто. Для представления графики потребовались новые подходы, что привело к изменению стандартов. Использование анимации с синхронным звуком и "живого" видео потребовало дальнейшего изменения стандартов записи данных на компакт-диск.

Заметим, что стандарты CD-ROM сейчас переживают период активного развития и становления. Многие фирмы разрабатывают новые подходы к записи данных, расширяя тем самым возможности CD-ROM. Широкое применение того или иного стандарта зависит от его совместимости с другими стандартами и поддержки со стороны фирм — производителей программного обеспечения. Для правильного выбора накопителя на компакт-дисках необходимо разбираться в этих вопросах и знать, в каких стандартах (как ныне существующих, так и тех, которые появятся в ближайшем будущем) он сможет работать.

Большинство выпускаемых на сегодняшний день накопителей совместимо с прежними стандартами CD-ROM, поэтому обширная библиотека приложений, записанных на старых компакт-дисках, окажется для вас вполне доступной.

Стандарт ISO 9660

Первые компьютерные компакт-диски предназначались для одной конкретной модели накопителя. Это приводило к тому, что информацию с диска, предназначенного для накопителя фирмы А, невозможно было прочесть в накопителях фирмы Б. Разумеется, такое положение дел сдерживало развитие индустрии.

Фирмы Sony и Philips — разработчики стандарта на звуковые компакт-диски — предложили свой вариант кодировки для компьютерных компакт-дисков, который получил название "Желтая книга" ("Yellow Book").

Дело в том, что первый стандарт на аудио компакт-дисках был опубликован в книге с красной обложкой, за что и был назван "Красная книга" ("Red Book"). Появившиеся позже следующие стандарты на компакт-дисках продолжили "цветную линию" и были названы "Оранжевая книга" ("Orange Book") и "Зеленая книга" ("Green Book").

В дополнение к стандарту на запись звука на компакт-диске в "Желтой книге" рассматривались вопросы, связанные с организацией данных на диске для последующего считывания. В дальнейшем они были определены Международной организацией по стандартам ISO в стандарте ISO 9660. Суть новшеств сводилась к тому, что на диске любой фирмы-изготовителя должно записываться *оглавление тома*, выполняющее ту же роль, что и оглавление книги, и все накопители обязаны работать в расчете на то, что на компакт-диске есть такой раздел. Однако стандарт ISO не решил всех проблем, связанных с совместимостью. Вопрос о том, какую еще вспомогательную информацию, облегчающую поиск данных, записывать на диск (и даже способы форматирования блоков данных), по-прежнему отдавался на откуп фирмам-производителям.

Формат High Sierra

В решении проблем, связанных с совместимостью, были заинтересованы все. В 1985 году в отеле High Sierra на озере Тахо (Калифорния) собрались представители ведущих фирм — производителей накопителей и дисков CD-ROM, чтобы договориться о единстве интерпретации и практической реализации формата ISO 9660. В итоге появилось то, что вскоре было названо *форматом High Sierra*. Благодаря этому стало возможным чтение данных с дисков, записанных в формате ISO 9660, во всех накопителях, что, в свою очередь, привело к массовому тиражированию программ на компакт-дисках. Кроме того, появление этого стандарта позволило создать компакт-диски, ориентированные на различные операционные системы — DOS, UNIX и т.д. Без этого соглашения для выхода CD-ROM на мировой рынок потребовались бы многие годы, что сдерживало бы разработку приложений, использующих компакт-диски.

Полностью описать формат компакт-дисков довольно сложно, да и вряд ли эти сведения вам когда-либо понадобятся. Для того чтобы оценить возможности того или иного накопителя, совсем не обязательно забивать себе голову жаргонными словечками. Хотя, конечно, если вы хотите лучше представлять работу устройства, основные принципы организации данных на компакт-диске знать необходимо.

В самых общих чертах структура данных в формате High Sierra подобна структуре данных на гибких дисках. Напомним, что на дискетах есть системная область, в которой не только указываются параметры самого диска (его плотность и операционная система), но и записываются сведения о том, как на диске организованы данные, т.е. структура каталогов и расположение файлов.

В своей основе форматы представления данных на компакт-диске во многом аналогичны. На начальной дорожке записывается метка тома, по которой носитель идентифицирует компакт-диск, и после ее считывания запускается механизм синхронизации накопителя. После синхронизирующей последовательности располагается системная информация, в которой детализируется структура диска; в этой же системной области располагается информация об области данных — области, в которой содержатся сами данные. Кроме того, в системной области содержится информация о каталогах данных с указателями или адресами различных областей, как показано на рис. 13.2. Разница между структурой каталогов на компакт-диске и структурой, используемой в DOS, состоит в том, что в системной области содержатся адреса файлов с подкаталогами, а это позволяет накопителю перейти к определенному месту на спиральной дорожке данных. Заметьте, что, поскольку данные на диске записываются по спирали, под дорожкой подразумевается отдельный виток или его отрезок.

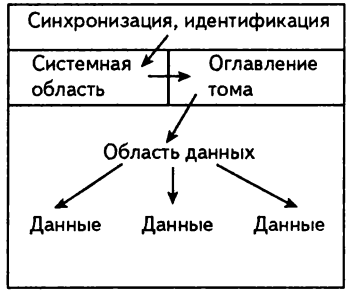


Рис. 13.2. Организация данных на компакт-диске

Формат CD-DA

Устройства, которые могут работать как с дисками CD-ROM, так и с музыкальными дисками, называются *CD-DA* (CD Digital Audio). К этому классу относятся почти все накопители на компакт-дисках. После установки диска накопитель считывает первую дорожку и определяет его тип. Кроме того, многие накопители поставляются с программным обеспечением, позволяющим прослушивать музыку с диска. К накопителю можно подключить наушники (или колонки, если у вас есть звуковая плата) и наслаждаться музыкой. В некоторых переносных устройствах устанавливаются стандартные разъемы для их подключения к усилителю мощности.

Накопители CD-ROM с расширенной архитектурой (XA)

Накопители CD-ROM *XA* (*eXtended Architecture* — с расширенной архитектурой) совместимы с прежними форматами High Sierra и ISO 9660, но обладают рядом дополнительных возможностей.

Многократная запись. Напомним, что в формате High Sierra на каждом компакт-диске записывается оглавление тома, по которому в накопителе определяется структура и расположение данных на диске. До сих пор предполагалось, что информация на него записывается только один раз — при изготовлении мастер-диска. В вышеупомянутом стандарте не предусматривается добавление новых данных на один и тот же носитель. В рассматриваемых ниже форматах такая возможность есть. Главное отличие этих накопителей состоит в том, что они способны работать с несколькими оглавлениями, каждое из которых относится к своему сеансу записи данных.

Чередование фрагментов. Накопители CD-ROM XA используют метод, называемый *чередованием* (*interleaving*). На дисках, записанных в соответствии со стандартом XA, перемежаются фрагменты, содержащие разную по своей природе информацию. При этом в начале каждого фрагмента записывается специальный код, по которому накопитель может определить, с каким видом данных ему предстоит иметь дело на данном участке дорожки — со звуком, текстовой информацией или графическим изображением. Изображения могут быть неподвижными, мультипликационными или полноценными видеофрагментами. Порядок следования фрагментов может быть совершенно произвольным. Например, на участке дорожки сначала может быть записан видеокадр, потом — сегмент со звуковым сопровождением, затем — следующий кадр и т.д. Эти фрагменты в накопителе считываются последовательно, запоминаются в буферной памяти, а затем пересылаются в компьютер, где и происходит их окончательная взаимная синхронизация.

В результате, хотя данные считываются не одновременно (фрагментами), их "выдача" потребителю происходит синхронно — так, как было предусмотрено создателями конкретного компакт-диска.

Режимы считывания и формы представления данных. Для реализации рассмотренного способа обработки в формате XA предусматривается несколько режимов считывания и типов представления данных. В *режиме 1* (*mode 1*) считывание данных с компакт-диска выполняется с учетом общих кодов коррекции ошибок ECC (Error Correction Code). Каждый сектор (2 352 байта) состоит из четырех полей (рис. 13.3):

- синхронизация (12 байт);
- заголовок (8 байт);
- данные (2 048 байт);
- коды коррекции ошибок ECC (Error Correction Code) и коды обнаружения ошибок EDC (Error Detection Code) (284 байта).

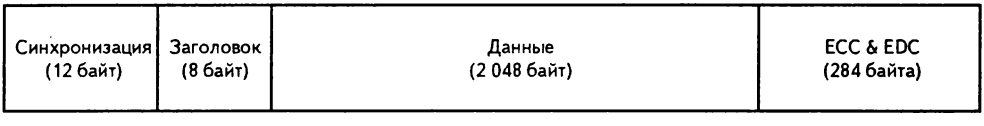


Рис. 13.3. Формат сектора в режиме 1

В *режиме 2* (*mode 2*) данные не содержат коды коррекции ошибок. На дорожке, предназначенной для считывания в режиме 2, может быть записана информация в *форме 1* (*form 1*) и *форме 2* (*form 2*), причем в произвольной последовательности. При записи иногда используются свои коды коррекции ошибок, а сами данные могут быть любыми (рис. 13.4).

Рис. 13.4. Режимы считывания и формы представления данных на CD-ROM XA

В режиме 2, форме 1 сектор состоит из шести полей (рис. 13.5):

- синхронизация (12 байт);
- заголовок (8 байт);
- подзаголовок (8 байт);
- данные (2 048 байт);
- коды коррекции ошибок (ECC) (280 байт);
- коды обнаружения ошибок (EDC) (4 байта).

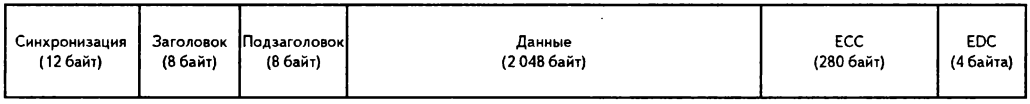


Рис. 13.5. Формат сектора в режиме 2, форме 1

В режиме 2, форме 2 сектор состоит из пяти полей (рис. 13.6).

- синхронизация (12 байт);
- заголовок (8 байт);
- подзаголовок (8 байт);
- данные (2 324 байта);
- коды определения ошибок (EDC) (4 байта).

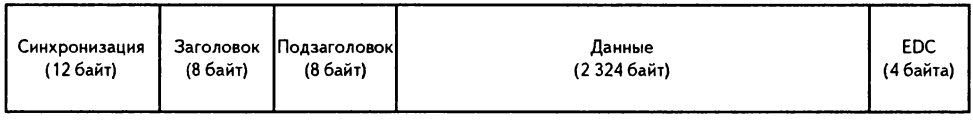


Рис. 13.6. Формат сектора в режиме 2, форме 2

В режиме 2 в обеих формах добавлены поля подзаголовков, которые идентифицируют тип информации (например, аудио или видео). В форме 2 отсутствует код коррекции ошибок, поэтому увеличивается размер данных по сравнению с формой 1.

Удаление кода коррекции ошибок в режиме 2, форме 2 (например, компакт-диск с видео в формате MPEG) приводит к тому, что увеличивается размер полезных данных и в результате увеличивается скорость передачи данных до 172 Кбайт/с вместо стандартных 150 Кбайт/с.

Звуковые фрагменты для воспроизведения в полностью XA-совместимом устройстве (в форме 2) должны быть записаны по методу *ADPCM* (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation* — адаптивная дифференциальная импульсно-кодовая модуляция). Это означает, что в

накопителе или контроллере SCSI должен быть установлен специализированный процессор для обработки звуковых сигналов.

По этой причине большинство современных накопителей CD-ROM оказываются лишь частично XA-совместимыми. В них можно считывать смежные фрагменты данных разных типов и диски с многократной записью, но, как правило, в накопителях или контроллерах не устанавливаются звуковые процессоры системы ADPCM.

В настоящее время полностью XA-совместимые накопители выпускаются только фирмами Sony и IBM. В накопителях Sony процессоры ADPCM встроены в накопитель, а XA-устройства фирмы IBM рассчитаны на подключение к шине MCA компьютеров PS/2 высшего класса.

Некоторые фирмы выпускают незавершенные XA-устройства, т.е. устройства, в которых можно считывать изображения с дисков с многократной записью, а также данные, записанные во всех упомянутых режимах и формах. Единственное, чем они отличаются от настоящих XA-совместимых устройств, — отсутствием в них микросхемы ADPCM. Что касается дисков CD-ROM, записанных в формате XA, то их пока немного. Несколько таких дисков выпустила фирма Kodak, а также IBM в рамках своей программы Multimedia.

Если вам удалось приобрести полностью XA-совместимый накопитель, то это, пожалуй, лучшее, что есть на сегодняшний день. Полное признание стандарта XA не за горами, хотя, справедливости ради надо заметить, что сочетание на одном диске изображения и звука возможно и без полного соответствия формату XA. Наглядный пример тому — приложения мультимедиа для Windows.

Диски со смешанными режимами

Существует несколько форматов компакт-дисков, на которых комбинируется несколько различных форматов секторов. Обычно на таких дисках расположены сектора с аудио- и обычными данными. Такие диски можно воспроизводить в обычном аудиопроигрывателе, в то время как секторы с данными будут игнорироваться. А если этот диск поместить в накопитель CD-ROM, то можно получить доступ ко всем данным.

Однако существует проблема с дисками со смешанными режимами: при попытке воспроизведения сектора с данными в аудиопроигрывателе будет появляться шум, который, в принципе, может повредить акустическую систему. Производители решают эту проблему несколькими способами, и поэтому появилось несколько названий форматов — *CD-ROM Ready*, *Enhanced Music CD*, *CD Extra* и *CD Plus*.

CD-ROM Ready. В данном случае сектора с данными преобразуются в паузу перед первым аудиосектором диска. При помещении такого диска в аудиопроигрыватель и нажатии на кнопку воспроизведения все сектора с данными будут пропущены (пауза) и начнется воспроизведение первого аудиосектора. Проблемы могут возникнуть при возврате к первому аудиосектору — именно тогда можно попасть на сектор с данными. Таким образом формат *CD-ROM Ready* — не совсем удачное решение.

Enhanced Music CD. Фирмы Philips и Sony в сотрудничестве с Microsoft и Apple предлагают другое решение — спецификацию *Enhanced Music CD*, которая определена в "Голубой книге". Такие диски маркируются как *CD Extra* или *CD Plus*, используют технологию многократной записи и разделяют сектора с данными и аудиоинформацией. При воспроизведении такого диска на аудиопроигрывателе вы можете и не подозревать о существовании данных до тех пор, пока не поместите его в накопитель CD-ROM.

Фотодиски

Фирма Kodak еще в 1990 году заявила о создании устройств, с помощью которых фотографии, записанные на диск CD-ROM, можно просматривать на обычном телевизоре, но реально их продажа началась только в 1992 году. Для того чтобы воспользоваться такими воз-

можностями, отправьте фотопленку в представительство фирмы Kodak, и через некоторое время вам будет выслан *фотодиск* (*PhotoCD*), который можно вставить в соответствующий проигрыватель.

Проигрывающее устройство (Audio Visual) предназначено для домашнего использования и может воспроизводить как изображения с PhotoCD, так и музыку с обычных компакт-дисков. Тип установленного диска определяется по результатам считывания первой дорожки. Это, впрочем, нельзя считать большим достижением, поскольку такими возможностями обладают почти все накопители CD-ROM. Настоящим же шагом вперед является то, что на PhotoCD можно неоднократно записывать новую информацию (т.е. дополнять их).

Фотопленка на фирме Kodak сначала обрабатывается обычным способом и с нее делаются отпечатки. После печати с помощью компьютера SUN SparcStations и сканера с очень высокой разрешающей способностью изображения вводятся в систему. Чтобы вы имели некоторое представление об объемах данных, скажем, что одна цветная фотография при первоначальном сканировании может занимать до 15–20 Мбайт памяти. После записи изображения на диск с помощью специальной программы фирмы Kodak данные сжимаются. "Упакованные" изображения переносятся на компакт-диск с возможностью повторной записи, который укладывают в фирменную коробку и отсылают заказчику.

Типы фотодисков. Изображения на диске сжимаются с помощью формата PhotoYCC, разработанного фирмой Kodak. Этот формат имеет шесть разрешений для каждого типа пользователя фотодиска (табл. 13.3).

Таблица 13.3. Разрешение PhotoCD

Основание	Разрешение	Описание
/16	128×192	Миниатюра
/4	256×384	Миниатюра
×1	512×768	Разрешение телевизора
×4	1 024×1 536	Разрешение телевидения высокой четкости
×16	2 048×3 072	Печатный размер
×64	4 096×6 144	Только профессиональный мастер-фотодиск

С помощью этой таблицы разрешений вы можете подобрать необходимое для используемого приложения изображение. Например, при создании Web-страниц выбирайте низкое разрешение, а если вы — профессиональный фотограф, то вам необходимо использовать максимально возможное разрешение изображения.

Профессиональный мастер-фотодиск (*Pro PhotoCD Master*) применяется профессиональными фотографами, использующими пленку формата 70 мм или 120 мм. На таком диске хранится от 25 до 100 изображений высокого разрешения (4 096×6 144).

Образцовый фотодиск (*PhotoCD Portfolio*) содержит до 700 изображений высокого разрешения и применяется для создания мультимедийных презентаций.

Фотодиск каталог (*PhotoCD Catalogue*) может содержать более 600 изображений низкого разрешения (миниатюр).

Печатный фотодиск (*PhotoCD Print*) предназначен для полиграфистов и содержит изображения высокого разрешения (как и на профессиональном мастер-фотодиске), а также CMYK-изображения.

Многократная запись. Одним из преимуществ использования фотодиска является многократная запись. Вы можете сделать фотографии летом на море и записать их на диск, а затем принести тот же диск в январе, чтобы добавить фотографии, сделанные на Новый год. Эту процедуру можно повторять до тех пор, пока диск полностью не заполнится.

Для редактирования изображений на фотодиске фирма Kodak распространяет соответствующее программное обеспечение. Однако формат PhotoCD поддерживают и независимые производители, например фирма Adobe добавила поддержку формата Kodak PhotoCD в популярную программу редактирования графических изображений Adobe Photoshop и программу макетирования Adobe PageMaker.

Записывающие накопители CD-ROM

Теперь вы можете создавать собственные компакт-диски (как CD-ROM, так и аудио компакт-диски) с помощью нового поколения устройств — записывающих накопителей CD-ROM. Для этого вам необходимо приобрести записываемый компакт-диск и устройство для его записи, причем затраты будут существенно ниже, чем при покупке другого устройства, например Zip или Jazz. Записываемый компакт-диск наилучшим образом подходит для архивации данных с точки зрения стоимости и простоты процесса записи (или *выжигания*). Еще одним преимуществом использования записываемого компакт-диска для архивации является длительный срок хранения, намного больший по сравнению с другими устройствами хранения (например, такими как магнитная лента).

Большинство записываемых накопителей CD-ROM являются устройствами *WORM* (*write-once, read many* — однократная запись, многократное чтение), предназначенными для длительного хранения. Фактическим стандартом этого типа устройств стали накопители CD-R. Этот тип устройств идеально подходит для резервного копирования системы и других подобных целей. Однако при частом резервном копировании или архивации, несмотря на низкую стоимость носителя, становится невыгодно использовать устройства CD-R. В данном случае вам необходимо обратить внимание на устройства многократной записи CD-RW.

Накопители CD-R

На накопителях CD-R (CD-Recordable) — их иногда называют CD-WORM (Compact-Disk Write-Once Read-Many) — вы можете записывать свои собственные компакт-диски. Такие накопители очень удобны для небольших фирм, которые заинтересованы в распространении своих баз данных на компакт-дисках. Записанный мастер-диск можно тиражировать.

Диск CD-R — это не то же самое, что обычный компакт-диск. На поверхности диска не выжигаются углубления. Чистый диск CD-R покрыт слоем красящего вещества с такими же отражающими свойствами, как у алюминиевого покрытия обычного компакт-диска, и считывающее устройство не сможет найти на нем ни одного штриха. Когда на диск начинают записывать данные, луч лазера разогревает слой золота и слой красящего вещества. В результате нагревания некоторые участки поверхности начинают рассеивать свет точно также, как углубления на стеклянном мастер-диске обычного компакт-диска. Считывающее устройство тоже воспринимает эти участки как углубления, хотя это просто "пятнышки" с меньшим отражением, образовавшиеся в результате химической реакции от нагревания золота и красящего вещества.

Многие современные модели накопителей CD-R могут выполнять запись во всех рассмотренных выше форматах (от ISO 9660 до XA) и считывать данные подобно обычным накопителям CD-ROM. Стоимость устройств и чистых дисков постоянно снижается.

Запись диска на накопителе CD-R. Накопитель CD-R намного медленнее, чем его "собрат" CD-ROM. Самые быстрые модели CD-R записывают со скоростью 6x, а читают со скоростью 8x. Накопитель CD-R естественно не конкурент накопителям CD-ROM 24x и 32x в режиме чтения. Для записи CD-R необходимо специальное программное обеспечение, спо-

собное обеспечить непрерывный поток данных. При скорости записи 4x необходимо обеспечить поток данных 600 Кбайт/с. Это реализуется с помощью буфера, который создается на жестком диске и из него данные записываются на CD-R.

Обращаю ваше внимание, что лучше приобретать накопитель CD-R с интерфейсом SCSI, а не IDE.

Программное обеспечение для записи CD-R. Это программное обеспечение преобразует данные на жестком диске в формат CD-R. Для записи диска вам необходимо около 1,5 Гбайт свободного места на жестком диске. "Зачем?" — спросите вы. Итак, 650 Мбайт — это данные, которые необходимо записать на CD-R. Все необходимые данные из разных источников, например с дисков сервера, дисков компьютеров в локальной сети, компакт-дисков и др., надо "сложить" в одном месте. Еще 650 Мбайт будет занято образом диска, который создаст программа записи из вашего материала.

Многократная запись. Большинство современные накопителей CD-R поддерживают многократную запись. При покупке накопителя обратите внимание на его XA-совместимость.

Накопители CD-RW

После определения стандарта CD-RW в "Оранжевой книге" эти накопители стали популярной альтернативой накопителям CD-R. Диск CD-RW можно перезаписывать как минимум несколько тысяч раз. Постоянное снижение стоимости устройств CD-RW позволяет их использовать для резервного копирования, архивации и других задач хранения данных.

> **Замечание**
>
> Накопители CD-RW еще иногда называют *стирающие CD* (*erase CD*) или CD-E.

Количество циклов записи ограничивается отражающей способностью поверхности диска CD-RW. Многие стандартные накопители CD-ROM и CD-R не могут читать диски CD-RW, а производители новых устройств обеспечивают использование любого формата дисков в своих накопителях. Накопители CD-RW могут записывать диски CD-R и читать любые диски CD-ROM. Большая стоимость накопителей CD-RW с лихвой окупает их возможности.

Материал дисков CD-RW. Светочувствительная краска на диске CD-R изменяет отражающее свойства при попадании луча лазера. Это изменение свойств необратимо. Диск CD-RW также имеет слой, который изменяет отражающую способность при попадании луча лазера, но в отличие от диска CD-R это обратимо.

Активный слой диска CD-RW представляет собой сплав Ag-In-Sb-Te (серебро-индий-сурьма-теллур), который при обычном состоянии обладает отражающими свойствами. Активный материал расположен сверху поликарбонатной основы, на которой создан спиральный образец для точного позиционирования диска и правильного расположения канавок.

При записи диска в накопителе CD-RW лазер работает на полной мощности (режим *Pwrite*) и разогревает активный материал до температуры 500–700 °C, превращая его в жидкость. В таком состоянии материал теряет отражающие свойства. Периодически разогревая с помощью лазера активный материал можно создать отражающие и неотражающие участки диска, т.е. штрихи.

Для возврата диска в первоначальное состояние лазер на низкой мощности (режим *Perase*) разогревает активный материал до температуры порядка 200 °C (ниже температуры плавления) и отражающие свойства восстанавливаются. Таким образом, изменение мощности лазера приводит к записи на диск информации. Хочу обратить ваше внимание на то, что таким образом нельзя, не записав данных, "очистить" диск.

Чтение дисков CD-RW. Стандарт CD определяет, что поверхность компакт-диска должна иметь отражающую способность не менее 70% (имеется в виду, что диск должен отразить не менее 70% света, падающего на его поверхность). Отражающая способность штрихов

должна быть не более 28%. При создании в 1980 году технологии записи на компакт-диски чувствительность фотодатчиков в проигрывателях CD была относительно невелика.

Отражающая способность диска CD-RW лежит в пределах 15–20%, что существенно ниже необходимого минимума, определенного стандартом. Однако разница между отражающей способностью диска и штрихов составляет около 60% (стандартное значение обычного CD-ROM), что вполне достаточно для правильного распознавания штрихов современными фотодатчиками. Таким образом, не нужно никаких дополнительных изменений в накопителе для чтения дисков CD-RW.

Накопители DVD

Будущее компакт-дисков — это так называемые диски DVD (Digital Versatile Disc — цифровой универсальный диск). Это новый стандарт, который значительно увеличивает объем памяти и, следовательно, количество используемых для компакт-дисков приложений. Главная проблема современной технологии CD-ROM состоит в том, что она жестко ограничена объемом памяти диска. Диск CD-ROM может содержать максимум 650 Мбайт данных, что может показаться очень большим объемом, однако этого недостаточно для многих новых приложений, особенно для тех, в которых используется видео.

Новый DVD-стандарт может заменить видеокассеты. В будущем, вместо того чтобы брать ленту в местном видеопрокате, вы сможете купить или взять на прокат фильм на диске CD-ROM! Диски нового стандарта будут применяться на рынке развлечений с таким же успехом, как и на компьютерном рынке.

История DVD

Стандарт DVD был создан немного странным образом. В течение 1995 года два конкурирующих стандарта CD-ROM большой емкости начали борьбу за рынок будущего. Стандарт Multimedia CD — компаниями Sony и Philips Electronics, а конкурирующий стандарт Super Density (SD) был представлен компаниями Toshiba, Time Warner и некоторыми другими. Если бы оба этих стандарта вышли на рынок в таком виде, в котором они были созданы, то потребители, а также производители программного обеспечения оказались бы в затруднительном положении — какой из стандартов выбрать?

Чтобы избежать этого, несколько организаций, включая Hollywood Video Disc Advisory Group и Computer Industry Technical Working Group, объединились и потребовали создать единый стандарт, отказавшись поддерживать оба стандарта-конкурента. Это побудило группы разработчиков в сентябре 1995 года создать единый новый стандарт CD-ROM большой емкости. Новый стандарт был назван DVD и совмещал в себе элементы своих предшественников. DVD предоставил компьютерной индустрии и индустрии развлечений унифицированный стандарт. Вначале DVD расшифровывали как *цифровой видеодиск* (*Digital Video Disc*), но позднее переименовали в *цифровой универсальный диск* (*Digital Versatile Disc*).

Спецификации DVD

В соответствии со стандартом DVD-диск является односторонним, однослойным и содержит 4,7 Гбайт информации. Новый диск имеет такой же диаметр, как современные компакт-диски, однако он в два раза тоньше (0,6 мм). Применяя сжатие MPEG-2, на новом диске можно разместить 135 минут видео — полнометражный полноэкранный фильм с полным количеством кадров, с тремя каналами качественного звука и четырьмя каналами субтитров. Значение емкости диска не случайно: стандарт создавался под руководством индустрии кино, которая давно искала недорогую и надежную замену видеокассетам.

Замечание

Необходимо понимать разницу между диском DVD-Video и диском DVD-ROM. Первый содержит только видео и его можно воспроизводить в проигрывателе DVD, а второй — различные типы данных и может быть считан с помощью накопителя DVD в компьютере. Этих два типа дисков DVD можно сравнить с аудио компакт-диском и CD-ROM.

В будущем планируется создавать двухслойные DVD-диски емкостью 8,5 Гбайт, двухсторонние диски емкостью 9,4 Гбайт на одной стороне, а также двухслойные диски емкостью 17 Гбайт.

Для увеличения емкости DVD-диска можно изменять такие параметры выполнить следующее:

- уменьшить длину штриха (~2,08x, от 0,972 до 0,4 мкм);
- уменьшить расстояние между витками (~2,16x, от 1,6 до 0,74 мкм);
- увеличить область данных (~1,02x, от 86 до 87,6 см^2);
- более эффективная модуляция (~1,06x);
- более эффективный код коррекции ошибок (~1,32x);
- уменьшить сектор 6;
- (~1,06x, от 2 048/2 352 до 2 048/2 060 байт).

В накопителе DVD используется лазер с меньшей длиной волны, что позволяет считывать меньшие штрихи. Для удвоения размера в накопителе DVD могут использоваться две стороны диска, и кроме того, можно записывать данные на два отдельных слоя каждой стороны диска.

С развитием технологии голубого лазера уже в недалеком будущем возможно увеличение плотности в несколько раз. Устройства DVD отличаются скоростью считывания данных. Стандартная скорость — 1,3 Мбайт/с, что приблизительно эквивалентно накопителю 9x CD-ROM. Время доступа составляет около 150–200 мс. В настоящее время доступны 2x-накопители DVD, анонсированы 5x. Как и обычные накопители CD-ROM, накопители DVD выпускаются с интерфейсом SCSI и IDE/ATA, и, кроме того, они оснащаются кабелем для подключения устройства к звуковой карте.

Накопители DVD полностью совместимы с предыдущими стандартами, могут считывать данные с обычных CD-ROM и проигрывать аудиодиски. При этом скорость считывания будет эквивалентна скорости обычного накопителя CD-ROM. Поэтому пользователям, у которых установлен накопитель CD-ROM 4x (или быстрее), пока не имеет смысла приобретать и устанавливать более быстрый накопитель, поскольку скоро рынок начнет насыщать DVD-накопителями, и вам не придется платить за модернизацию дважды.

Многие производители компьютеров начали устанавливать накопитель DVD-ROM в выпускаемые модели компьютеров. Кроме накопителя, в компьютере устанавливается плата-декодер MPEG-2 для воспроизведения видео на DVD-дисках. Отсутствие такой платы скажется на быстродействии системы и, скорее всего, вы не сможете посмотреть видеофильм на полном экране. Такая плата в настоящее время предлагается несколькими производителями оборудования.

Стандарты DVD

DVD — довольно новая технология и пока не "определилась" со стандартами. Стандарт видео на DVD-дисках поддерживается практически всеми создателями фильмов во всем мире. Однако некоторые компании, включая Paramount, Disney и Fox, объявили о поддержке альтернативной системы *Divx*, разработанной Digital Video Express (DVE). И это не единственный конфликт в мире DVD. В скором времени появились диски DVD-R и DVD-RAM, причем в октябре 1997 года фирма Pioneer объявила о создании устройства для записи дисков DVD-R. Диск DVD-RAM является перезаписываемым, причем он несовместим с дисками

DVD-ROM. Диски DVD-R и DVD-RAM не поддерживают несколько слоев; диск DVD-RAM можно записывать на обе стороны. Фирмы Philips, Sony и Hewlett-Packard объявили о создании нового формата дисков, названного DVD+RW, который несовместим с существующими форматами, но разработанный накопитель может воспроизводить диски DVD-ROM и обычные компакт-диски. Фирма Pioneer разработала собственный стандарт перезаписываемых DVD-дисков, который назвала DVD-R/W.

Установка накопителя CD-ROM

Вы выбрали подходящий накопитель CD-ROM, купили его и принесли домой. Что делать дальше?

Насколько сложной (или простой) окажется установка накопителя, зависит только от вас. Если вы заранее выяснили, что такое SCSI-устройства (если к ним относится ваш накопитель), и спланировали свою работу, то его установка пройдет без сучка и задоринки. Ниже будут рассмотрены установка и подключение стандартных встроенных и внешних накопителей CD-ROM и даны советы и рекомендации, которые обычно не приводятся в прилагаемых руководствах. После установки накопителя и включения компьютера операционная система Windows 9*x* обнаружит устройства Plug and Play и установит необходимое программное обеспечение. В противном случае все необходимые драйверы придется устанавливать самостоятельно.

Замечание

Накопители CD-ROM и DVD-ROM с интерфейсом IDE или SCSI устанавливаются обычным образом. А платы декодера, необходимые для воспроизведения видео в формате MPEG-2, вставляются в слот PCI и для них необходимо соответствующее программное обеспечение.

Как избежать конфликтов

Независимо от того, какой вы подключаете накопитель (встроенный или внешний), перед установкой необходимо проверить IDE- или SCSI-адаптер для накопителя. Большинство накопителей подключаются именно к таким адаптерам. IDE- или SCSI-адаптер должен быть установлен в системе и не иметь конфликтов с другими устройствами. Необходимые действия по подключению накопителя к адаптеру будут рассмотрены далее в этой главе.

В большинстве компьютеров IDE-адаптер интегрирован в системную плату. А при использовании накопителя SCSI вам придется установить SCSI-адаптер в свободный слот на материнской плате и сконфигурировать его, т.е. установить следующие параметры:

- прерывание (IRQ);
- канал прямого доступа к памяти (DMA);
- адрес порта ввода/вывода.

Если у вас установлена операционная система Windows 9*x* и вы используете устройства Plug and Play, настройка их параметров будет выполнена автоматически. А при использовании другой операционной системы вам придется вручную конфигурировать параметры адаптера.

Конфигурация накопителя

Конфигурация нового накопителя — залог его правильной работы. Обследуйте накопитель и найдите все перемычки и разъемы (рис. 13.7). Для накопителя с интерфейсом IDE вы можете установить перемычки в следующие положения:

- ведущий (master) накопитель на вторичном IDE разъеме;
- подчиненный (slave) накопитель по отношению к установленному жесткому диску.

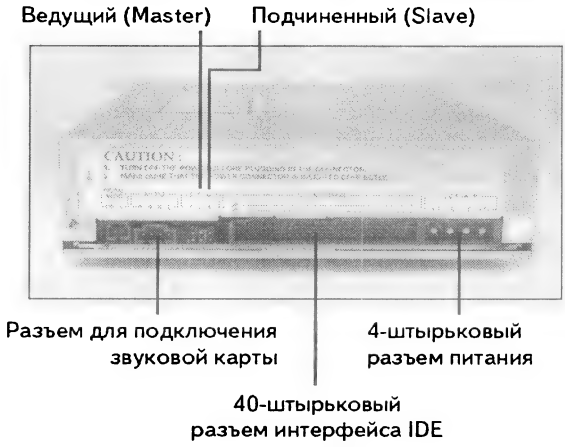


Рис. 13.7. Задняя сторона типичного накопителя CD-ROM с интерфейсом IDE

Если вы устанавливаете накопитель на вторичный интерфейс EIDE, его перемычки будут установлены верно. Проверьте это по документации, прилагаемой к накопителю CD-ROM.

При использовании накопителя CD-ROM или DVD-ROM в качестве вторичного устройства проверьте, правильно ли установлены перемычки на накопителе и верно ли подключен шлейф кабеля к системной плате (рис. 13.8). В большинстве случаев устанавливаемому накопителю будет присвоена следующая свободная буква устройства.

Внимание!

По возможности не подключайте накопитель CD-ROM или DVD-ROM и жесткий диск на один канал IDE. Это приведет к замедлению работы обоих устройств. Если в вашем компьютере есть свободный вторичный канал IDE, подключите к нему накопитель CD-ROM или DVD-ROM, а жесткий диск оставьте на первичном.

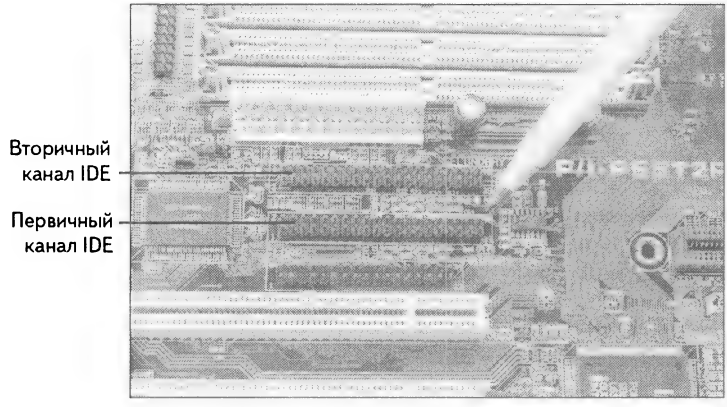


Рис. 13.8. Размещение на системной плате разъемов первичного и вторичного канала IDE

Накопитель SCSI конфигурируется немного проще, поскольку для него необходимо установить только идентификационный номер устройства SCSI (SCSI ID). По умолчанию загрузочному диску присваивается идентификационный номер 0, а адаптеру большинства фирм-производителей присваивается номер 7. Проверьте, чтобы для накопителя был установлен какой-нибудь другой номер, который не используется в настоящее время каким-либо другим периферийным SCSI-устройством.

Подключение внешнего SCSI-накопителя

Аккуратно распакуйте устройство. Обычно в комплект входят:

- накопитель CD-ROM или DVD-ROM;
- кабель для подключения к SCSI-адаптеру.

Это тот минимум, который необходим для подключения и работы устройства. Возможно, в наборе вы обнаружите также футляр для компакт-диска, инструкцию по эксплуатации адаптера и парочку демонстрационных компакт-дисков. SCSI-устройства практически всегда поставляются без SCSI-адаптера. Поскольку каждый SCSI-адаптер поддерживает до 7 устройств (Ultra2 SCSI поддерживает до 15 устройств), вам не придется покупать отдельную плату адаптера для каждого устройства. В некоторых системных платах есть интегрированный SCSI-адаптер, но, вероятнее всего, вам все-таки придется приобрести отдельную плату SCSI-адаптера.

Осмотрите свое рабочее место и прикиньте (с учетом длины соединительного кабеля), куда можно пристроить накопитель. Найдя подходящее место, подключите к накопителю шнур питания (обычно разъем для него расположен на задней панели компьютера). Естественно, что поблизости должна найтись свободная сетевая розетка, а лучше — свободное гнездо в фильтре питания (стабилизаторе, блоке бесперебойного питания и т.п.).

Подключите один конец соединительного кабеля к разъему накопителя, а второй — к разъему, установленному на плате адаптера. На задних панелях большинства переносных накопителей CD-ROM расположены два разъема, и для подключения к компьютеру можно использовать любой из них (рис. 13.9). Закрепите разъемы кабеля с помощью фиксирующих скоб (петель), если таковые имеются. В некоторых новых 16-разрядных контроллерах используются специальные малогабаритные соединители, которые облегчают подключение.

На задней панели переносного накопителя должен быть переключатель идентификационного номера устройства SCSI (SCSI ID). Как правило, адаптерам по умолчанию присваивается идентификационный номер 7. Проверьте, чтобы для накопителя был установлен какой-нибудь другой номер, например 6, 5 или 4. Конечно, нельзя устанавливать такое значение, которое уже используется для другой платы или какого-нибудь периферийного SCSI-устройства.

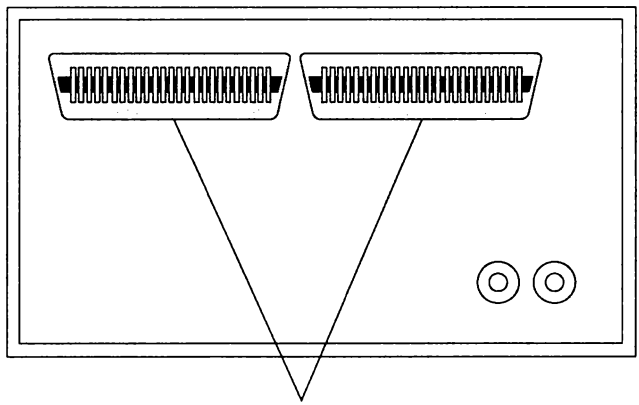


Рис. 13.9. Разъемы SCSI внешнего накопителя CD-ROM

Установка встроенного накопителя CD-ROM

Распакуйте комплект встроенного устройства. В него должны входить:

- накопитель;
- плоский кабель для подключения накопителя к адаптеру SCSI/IDE и кабель для внутреннего подключения накопителя к звуковой плате;
- дискеты (или компакт-диск) с программами-драйверами и руководством;
- направляющие для монтажа накопителя и крепежные винты.

Иногда к устройству прилагаются двойник-удлинитель для подключения питания, состоящий из трех соединенных между собой отрезков кабеля с разъемами на концах, контейнер для компакт-диска и руководство пользователя.

Убедитесь, что компьютер выключен и крышка с него снята. Перед установкой платы SCSI в слот расширения подключите к ней плоский кабель (рис. 13.10).

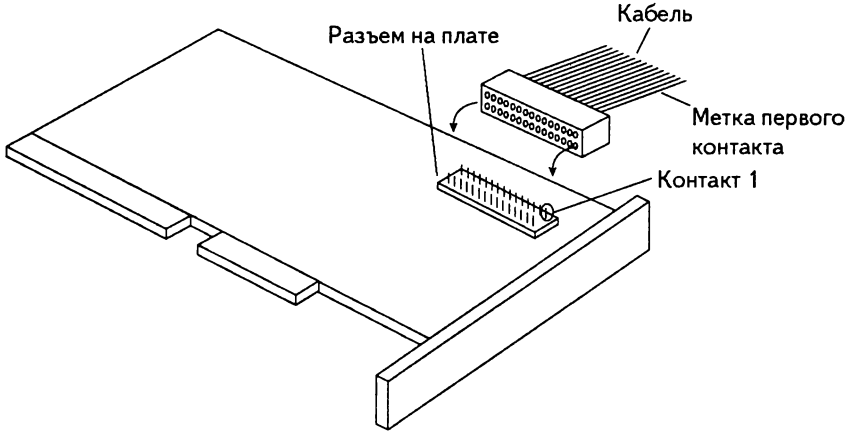


Рис. 13.10. Подключение кабеля к SCSI-адаптеру

Плоский кабель и разъем для его подключения

Оба конца плоского кабеля должны быть одинаковыми. Вдоль края кабеля наносится красная полоска, которая соответствует проводнику и выводу разъема с номером 1. Иногда, если повезет, вам может попасться кабельный разъем с вырезами или ключами, которые не позволяют подсоединить его неправильно. Если же разъемы обычные, то подключать их нужно, руководствуясь нанесенной на кабель меткой первого контакта.

Вдоль края платы SCSI-адаптера расположены 50 штыревых контактов желтого цвета — разъем платы. Рядом с контактами на плате нанесены их номера или, по крайней мере, обозначения первого и последнего контактов. Поверните плоский кабель так, чтобы цветная метка совпала с первым контактом, а затем осторожно наденьте разъем на штыревые выводы.

Вставьте плату в слот, не обращая внимания на свободный конец плоского кабеля.

Выберите отсек на передней панели компьютера для установки накопителя CD-ROM. Доступ к нему должен быть свободным.

Снимите крышку отсека для накопителя. Если в боковых стенках накопителя есть отверстия для монтажных винтов, а сам он плотно входит в отсек, то дополнительные направляющие не нужны. Если же устройство по размерам меньше отсека, привинтите к его стенкам направляющие и снова поместите устройство в отсек. Зафиксируйте его четырьмя винтами — по два с каждой стороны. Если отверстия в направляющих не совпа-

дают сразу с четырьмя отверстиями в отсеке, то вам придется удовлетвориться креплением двух винтов — по одному с каждой стороны. Поскольку вставлять и вынимать компакт-диски вам предстоит в течение многих лет, к креплению накопителя надо подойти с максимальной ответственностью.

Найдите маркированную сторону плоского кабеля и совместите ее с первым контактом разъема накопителя, который можно узнать по маркировке на самом разъеме или по рисунку в руководстве по эксплуатации.

На задней стороне накопителя находится 4-штырьковый разъем для подключения питания. Внутри системного блока питание к различным узлам, например к дисководам или жесткому диску, поступает по кабелю, состоящему из переплетенных проводов желтого и красного цвета. Если один из разъемов такого кабеля свободен, то подключите его к накопителю CD-ROM или DVD-ROM. Если же свободного разъема нет, придется воспользоваться двойником-удлинителем (рис. 13.11). Отсоедините кабель питания от дисковода и подключите к нему двойник. Один из его концов подсоедините к накопителю CD-ROM или DVD-ROM, а другой — к дисководу.

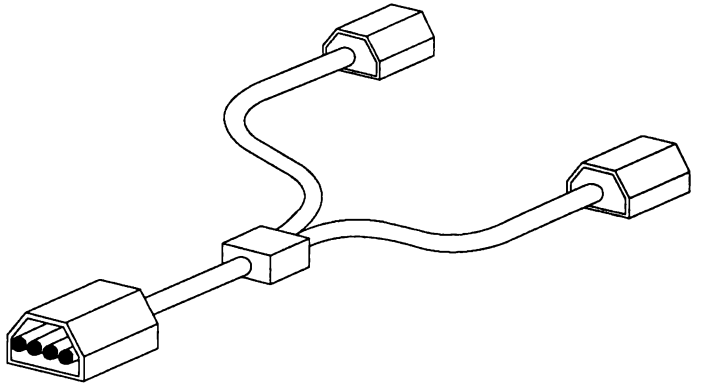


Рис. 13.11. Двойник-удлинитель для кабеля питания

Замечание

Двойник-удлинитель лучше подключать именно к дисководу, поскольку жесткие диски обычно потребляют достаточно большую мощность и более требовательны к качеству питающего напряжения. Если же выхода нет (например, не хватает длины двойника), то "раздваивайте" тот разъем кабеля, который еще не подвергался этой процедуре.

Не торопитесь закрывать крышку компьютера. Сначала убедитесь, что устройство работает. Теперь можете включить компьютер, но для того, чтобы накопитель работал, необходимо установить программы-драйверы.

Цепочка устройств SCSI

Напомним, что одним из основных преимуществ использования SCSI-контроллера является возможность последовательного подключения к одной плате нескольких периферийных устройств. При этом в компьютере увеличивается количество свободных слотов и отпадает необходимость в строжайшем учете прерываний IRQ, каналов DMA и адресов ввода-вывода.

В цепочку можно включить сканеры, накопители на магнитной ленте и другие SCSI-устройства (рис. 13.12). Но при этом нужно помнить о некоторых ограничениях, важнейшее из которых — нагрузка цепочки SCSI-устройств.

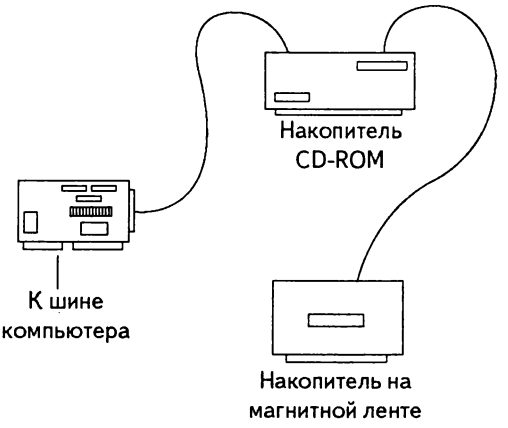


Рис. 13.12. Цепочка SCSI-устройств, подсоединенных к одной плате

Случай первый: только внешние SCSI-устройства. Предположим, вы установили накопитель CD-ROM и подключили ко второму разъему на его задней стенке еще и накопитель на магнитной ленте. Первым устройством в этой цепи является сам адаптер. Практически на всех SCSI-платах можно найти группу из трех установленных в гнездах элементов в длинных керамических корпусах красноватого цвета. Это и есть наборы *нагрузочных резисторов* для платы.

В нашем случае кабель, идущий от платы адаптера, подключается к накопителю CD-ROM, а кабель от CD-ROM — к накопителю на магнитной ленте. Поэтому второй набор нагрузочных резисторов должен быть установлен именно на нем. Большинство внешних устройств обычно использует для нагрузки SCSI-заглушки — специальные приспособления, которые подключаются к неиспользованному разъему SCSI-устройства. Такие устройства бывают двух видов: заглушки и проходные нагрузки. Заглушки вставляются в свободный разъем и полностью закрывают его. Проходные нагрузки выглядят как заглушки, но с двумя разъемами, один из которых вставляется в разъем на задней панели устройства, а ко второму можно подключить интерфейсный кабель SCSI. Такая нагрузка бывает необходима в том случае, если в устройстве есть только один разъем SCSI.

Случай второй: только встроенные SCSI-устройства. Для этого случая справедливы правила — идентификационные номера для всех устройств должны быть уникальными, а в первом и последнем устройствах должны быть установлены нагрузочные резисторы. Однако имейте в виду, что во многих встроенных устройствах наборы нагрузочных резисторов установлены так же, как и на плате адаптера. Например, если накопитель на магнитной ленте установлен последним в цепочке, то на его печатной плате должны быть установлены нагрузочные резисторы. А если накопитель CD-ROM подключен в середине цепочки, то нагрузочные резисторы с его платы необходимо удалить. На плате адаптера SCSI резисторы оставляют, поскольку он находится на конце цепочки.

Замечание

В большинстве плат встроенных SCSI-устройств устанавливаются от одного до трех нагрузочных резисторов или DIP-переключатели. Их расположение обычно указывается в инструкции по эксплуатации.

Случай третий: встроенные и внешние SCSI-устройства. При одновременном подключении встроенных и внешних устройств также необходимо придерживаться вышеизложенных правил. На рис. 13.13 приведен пример подключения внутреннего накопителя CD-ROM с идентификационным номером 6 и внешнего накопителя на магнитной ленте с идентификационным номером 5. Самому SCSI-адаптеру присвоен номер 7, и, что более важно, с него сняты нагрузочные резисторы, а с накопителей — нет.

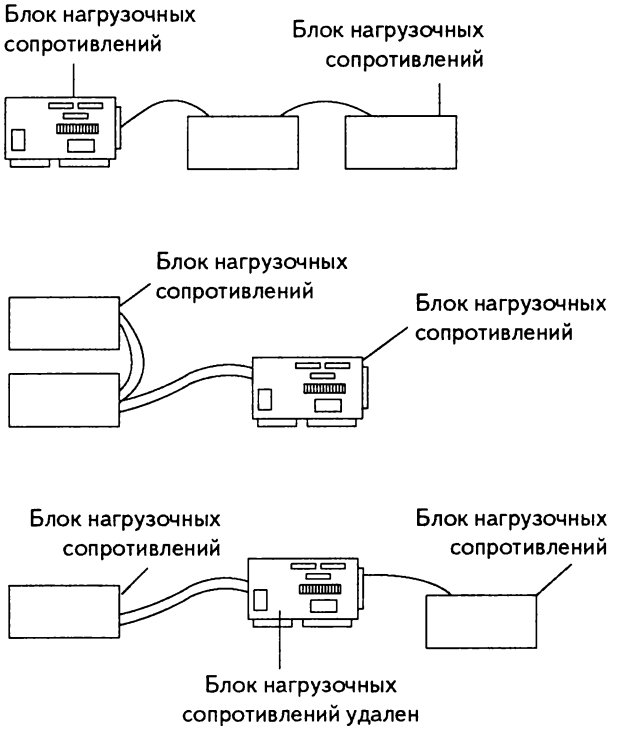


Рис. 13.13. Подключение нагрузочных сопротивлений в SCSI-цепочках

Замечание

Как и со всякой платой, с платой адаптера нужно обращаться аккуратно. Прежде всего, снимите с себя электростатический заряд. Вынимать нагрузочные резисторы удобнее всего с помощью специального пинцета, обычно входящего в набор инструментов для ремонта компьютеров. Делать это надо очень осторожно, поскольку контакты резисторов тонкие, легко гнутся и ломаются. Если контакт согнулся, выпрямить его очень сложно.

Программное обеспечение для накопителя CD-ROM

После того как плата адаптера настроена, вставлена в слот расширения и проверена правильность подключения нагрузочных резисторов, можете приступать к последнему этапу работы — установке программного обеспечения. Для нормального подключения устройства нужны три программы.

- Драйвер SCSI-адаптера (для накопителей ATAPI IDE он не нужен). Самые распространенные SCSI-драйверы включены в операционную систему Windows 9*x*.

- Драйвер SCSI для конкретного накопителя. Драйвер ASPI встроен в Windows 9*x*, как и драйвер ATAPI IDE.
- MSCDEX (Microsoft CD Extensions for DOS). Включена в Windows 9*x* как CDFS VxD.

Возможно, вам придется организовать загрузку первых двух драйверов (адаптера и накопителя) при включении компьютера, вписав необходимые строки в файл `Config.sys`. Программа MSCDEX запускается из файла `Autoexec.bat`.

Если вы работаете с накопителем ATAPI IDE в системе Windows 9*x*, то никаких усилий от вас не потребуется. Практически все программное обеспечение для таких устройств встроено в Windows 9*x*, включая драйверы ATAPI и CDFS VxD.

Если вы работаете со SCSI-устройством в операционной системе Windows 9*x*, то вам может понадобиться ASPI-драйвер, который обычно прилагается к накопителю. В Windows 9*x* включены необходимые драйверы для большинства основных SCSI-адаптеров, а виртуальный драйвер CDFS VxD запускается автоматически.

При установке устройств Plug and Play при включении компьютера операционная система Windows 9*x* обнаружит, идентифицирует и установит необходимые драйверы для нового устройства. Более старые версии операционной системы Windows не поддерживали накопителей DVD-ROM. В Windows 98 поддержка это класса устройств реализована на уровне системы. Если вы устанавливаете накопитель DVD-ROM в Windows 95 (или Windows 98 неправильно определяет его тип), воспользуйтесь программным обеспечением, поставляемым вместе с устройством.

Драйвер SCSI-адаптера для DOS. Для каждой модели SCSI-адаптера нужен определенный драйвер, с помощью которого осуществляется связь между компьютером и интерфейсом SCSI. Обычно такие программы соответствуют стандарту ASPI. Драйвер ASPI, обычно поставляемый вместе с устройством, работает с драйвером для адаптера, что позволяет организовать взаимодействие между адаптером и устройством. Кроме самой программы, в комплект устройства или адаптера должно входить краткое описание процесса установки программы. Драйвер SCSI-устройства можно добавить вручную, дописав в начало файла `Config.sys` следующую строку:

```
Device=C:\Drivers\Myscsi.sys
```

В данном случае `C:\Drivers` — это каталог, в котором находится файл ASPI-драйвера.

Драйвер накопителя CD-ROM для DOS. Этот драйвер тоже должен поставляться вместе с устройством; если это не так, обратитесь к фирме — производителю накопителя.

Вместе с драйвером на дискете обычно поставляется программа его установки, которая запросит у вас адрес порта ввода-вывода SCSI-адаптера, к которому подключен накопитель. Благодаря этому драйверу осуществляется связь между устройством и компьютером через SCSI-шину. Программа установки добавляет в файл `Config.sys` приблизительно такую строку:

```
Device=C:\Drivers\Mycdrom.sys /D:mscd001
```

В данном случае `C:\Drivers` — это каталог, в котором находится файл, а `Mycdrom.sys` — драйвер вашего накопителя.

Обратите внимание на ключ `/D:mscd001` в конце приведенной выше строки. Он означает, что накопителю присвоен первый (001) и единственный номер в системе. Этот ключ необходим для "стыковки" драйвера с программой MSCDEX, которая присваивает накопителю CD-ROM такой же номер.

Программа MSCDEX. Программа MSCDEX позволяет системе DOS идентифицировать и использовать данные с накопителя CD-ROM, подключенного к компьютеру. Первоначально в DOS такие возможности предусмотрены не были, поэтому для работы с новым, нестандартным устройством пришлось создать отдельную программу. С этим расширением DOS приходится

сталкиваться всем, кто имеет дело с CD-ROM. С усовершенствованием технологии и стандартов накопителей и дисков CD-ROM изменилась и программа MSCDEX, и это не связано с модификациями самой DOS. Например, для работы с PhotoCD требуется программа MSCDEX версии 2.21, поддерживающая новые форматы. Программа MSCDEX обычно поставляется вместе с накопителем; если это не так, рекомендуем обратиться непосредственно в Microsoft.

Программа установки добавляет в файл `Autoexec.bat` строку примерно такого содержания:

```
C:\Windows\Mscdex.exe /D:mscd001
```

Здесь `C:\Windows` — каталог, в который скопирован файл `Mscdex.exe`. Ключ `/D:mscd001` в этой строке сообщает программе имя устройства, присвоенное ему драйвером, который загружен в файле `Config.sys`.

Замечание

Имена устройств в программе MSCDEX и драйвере накопителя CD-ROM должны совпадать, иначе программы-драйверы "не найдут" друг друга. В приведенном примере используются имена, принимаемые по умолчанию.

Слишком сложно? Не беспокойтесь. При правильной загрузке всех драйверов с накопителем CD-ROM будет работать так же просто, как и с привычным дисководом для гибких дисков.

В табл. 13.4 приведены параметры программы MSCDEX, которые можно использовать в командной строке.

Таблица 13.4. Параметры командной строки программы MSCDEX

Параметр	Описание
`/V`	От "verbose " — "словесный" режим. При установке этого параметра в процессе загрузки программы на экране будет отображаться информация о распределении памяти, количестве буферов и присвоенном имени диска
`/L:<буква>`	С помощью этого параметра определяется буква, присваиваемая накопителю в DOS. Например, при задании `/L:G` накопитель CD-ROM будет назван диском G. При этом должны быть соблюдены два условия: во-первых, в компьютере не должно быть одноименных дисков, во-вторых, указанная буква не должна следовать по алфавиту за буквой, указанной командой `Lastdrive` в файле `Config.sys`. Например, если в этом файле записано `Lastdrive=G`, то параметр `/L:G` вполне допустим, а при задании `Lastdrive=F` назначение `/L:G` приведет к ошибке
`/M:<цифра>`	Этот параметр позволяет задать количество буферов памяти для данных, поступающих с накопителя CD-ROM. При этом ускоряется первоначальный доступ к каталогу диска. Обычно 10–15 буферов вполне достаточно. Размер каждого буфера — 2 Кбайт, поэтому, например, при задании параметра `/M:10` под буферы будет отведено 20 Кбайт памяти. Этот прием не повышает быстродействия накопителя, а только ускоряет первоначальный доступ DOS к диску и к большим блокам данных (например, к файлам движущихся изображений). Невозможно превратить накопитель со средним временем доступа 400 мс в гоночный автомобиль, задав размер буфера 200 Кбайт. Без использования этого параметра количество буферов по умолчанию устанавливается равным 6, чего вполне достаточно для большинства компьютеров и накопителей CD-ROM

Окончание табл. 13.4

Параметр	Описание
/E	При использовании этого параметра вышеупомянутые буферы помещаются в верхнюю память DOS, освобождая пространство основной памяти (640 Кбайт). В версиях программы MSCDEX до 2.1 возможность перемещения буферов в дополнительную память не предусмотрена. Чтобы использовать этот параметр, необходимо установить DOS версии 5.0 или выше
/K	Поддержка Kanji (японский язык)
/S	При использовании этого параметра можно применять накопитель CD-ROM совместно в одноранговых сетях, например при работе в Windows for Workgroups

В Windows 9*x* программа MSCDEX заменена драйвером CDFS (CD File System), конфигурация которого задается в системном реестре.

Загрузка программного обеспечения

Как уже было сказано, вместе с накопителем должна поставляться программа установки, которая копирует файлы драйверов на жесткий диск, а также добавляет соответствующие строки в файлы `Config.sys` и `Autoexec.bat` или в файлы системного реестра в Windows 9*x*.

Сделав это, перезагрузите компьютер и проверьте правильность установки драйверов по выводимым на экран при загрузке сообщениям. Содержимое экрана может изменяться несколько раз, причем это происходит не слишком быстро, так что вы успеете прочесть сообщения о загрузке драйверов.

Если вы убедились, что загрузка прошла успешно, то обратитесь к накопителю, предварительно вставив в него диск. Введите в командной строке DOS следующую команду:

```
DIR/w G:
```

В этой команде вместо буквы G следует поставить букву, которой обозначен накопитель. В результате выполнения этой команды будет выведен список каталогов, находящихся на вашем диске. К этим каталогам можно обращаться так же, как и к каталогам любого другого диска. Единственное, чего нельзя сделать, — это что-либо записать на диск. Помните, что для накопителей CD-ROM не предусмотрены операции записи, удаления и форматирования.

Если на экран выведен каталог диска, значит, все благополучно установлено. Теперь можете выключить питание и закрыть крышку компьютера.

Накопитель CD-ROM в Windows 3.*x*

При установке накопителя CD-ROM Windows 3.*x* получает информацию о нем с помощью установленных драйверов и DOS. Доступ к накопителю можно получить, дважды щелкнув на пиктограмме Диспетчер файлов (File Manager). Вы увидите пиктограмму CD-ROM среди пиктограмм других дисков, например C и D. Благодаря DOS Windows получает информацию о том, что этот диск — CD-ROM.

В Windows есть возможность программно воспроизводить музыку с музыкальных компакт-дисков. Но перед этим, конечно, необходимо подсоединить накопитель CD-ROM к звуковой плате, а к ней подключить колонки. Можно также подключить наушники к специальному звуковому выходу накопителя. Откройте окно Панель управления (Control Panel) и выберите пиктограмму Драйверы (Drivers). К списку установленных драйверов добавьте драйвер `CDAUDIO` (если его еще нет) и закройте окна Драйверы и Панель управления.

После этого можете запустить программу управления прослушиванием аудио компакт-дисков и наслаждаться музыкой.

Некоторые фирмы вместе с накопителем CD-ROM поставляют свое программное обеспечение для воспроизведения музыкальных компакт-дисков в среде DOS. Для его установки следуйте указаниям прилагаемого руководства.

Накопитель CD-ROM в Windows 9*x* и Windows NT 4.0

Как уже упоминалось, в Windows 9*x* NT входят все драйверы, необходимые для работы накопителя CD-ROM, и все программы запускаются автоматически. Операционная система Windows 9*x* может автоматически распознавать большинство IDE-накопителей, а при установке соответствующего ASPI-драйвера — и устройств SCSI.

В Windows 9*x*/NT есть несколько новых средств, упрощающих работу с накопителем CD-ROM и DVD-ROM. Наиболее впечатляет автоматическая загрузка. Можно просто вставить компакт-диск в накопитель — и система выполнит предусмотренные для этого случая действия (например, загрузит заставку игры, находящейся на диске) без вмешательства с вашей стороны. Кроме того, если диск впервые помещен в накопитель, то автоматически запустится программа установки программного обеспечения, находящегося на диске.

Ничего магического в этом средстве нет. При вставке компакт-диска в накопитель система ищет на нем файл `Autorun.inf` и, если находит, выполняет записанные в нем инструкции. Поэтому операция автоматической загрузки выполняется только для новых дисков, в которых имеется вышеуказанный файл. Большинство компаний, которые выпускают свое программное обеспечение на компакт-дисках, помещают на них и такой файл.

Совет

Вы можете запретить автоматический запуск диска. Для этого откройте окно *Панель управления*, дважды щелкните на пиктограмме *Система* (*System*), активизируйте вкладку *Устройства* (*Device Manager*). Найдите в списке устройств ваш накопитель CD-ROM, выделите его и щелкните на кнопке *Свойства* (*Properties*). Во вкладке *Настройка* (*Settings*) снимите флажок *Автоматическое распознавание диска* (*Auto Insert Notification*). При этом система не будет обрабатывать файл `Autorun.inf`.

В Windows 9*x*/NT включена программа прослушивания музыкальных компакт-дисков, которая называется *Лазерный проигрыватель* (*CD-player*). Это средство позволяет проигрывать музыкальные компакт-диски в то время, когда на компьютере выполняется другая работа. Кроме обычных средств управления проигрыванием, которые есть в обычном проигрывателе музыкальных компакт-дисков, установлены дополнительные: случайный выбор композиции, программируемый порядок проигрывания композиций, возможность сохранения порядка проигрывания для конкретного компакт-диска.

Устранение проблем, связанных с CD-ROM

Некоторые пользователи считают, что диски и накопители CD-ROM так же устойчивы к повреждениям, как магнитные накопители. На самом деле современный компакт-диск гораздо менее надежен, чем современный жесткий диск! Ненадежность — недостаток всех переносных накопителей, и CD-ROM не является исключением.

Наиболее распространенные причины проблем, связанных с дисками и накопителями CD-ROM, — это царапины и загрязнение. Небольшие царапины и отпечатки пальцев на нижней стороне компакт-диска, возможно, не принесут значительного вреда, поскольку лазер фокусируется на точке внутри диска, но грязь и глубокие царапины могут вызвать проблемы (диск может просто не читаться).

Чтобы очистить диск от пыли и других загрязнений, необходимо использовать очень мягкую ткань, чтобы не поцарапать его. Лучше всего протирать компакт-диск от центра к краям, потому что царапины, перпендикулярные дорожкам, наносят меньше вреда. Большинство средств для мытья окон идеально подходит для удаления грязи и отпечатков пальцев с диска и не повреждает пластик. Даже глубокие царапины чаще всего можно отполировать. Я рекомендую использовать очистители для пластика, которые продаются в магазинах автозапчастей и предназначены для очистки наборов пластиковых инструментов и линз задних фар. Этот тип очистителей, или полировщиков, имеет очень мягкий абразив и хорошо полирует пластиковую поверхность. Обычные *очистители* рассчитаны на устранение более глубоких царапин, а *полировщики* — на применение после очистителя и могут устранить только очень неглубокие царапины. Поэтому обычные очистители и полировщики не подходят для очистки компакт-дисков.

Ошибки чтения также могут возникать, если засорилась линза накопителя CD-ROM. Можно попробовать очистить накопитель потоком воздуха или использовать специальное средство для очистки, которое можно купить в специализированных магазинах.

Если ваши диски и накопитель чистые, а какой-то компакт-диск не читается, то это может быть связано с его емкостью. Раньше диски CD-ROM имели емкость 525 Мбайт (эквивалентно 60-минутному аудио компакт-диску). Сейчас выпускаются компакт-диски с емкостью 650 Мбайт (что составляет 74 мин звучания аудио компакт-дисков). Поэтому многие старые накопители не читают крайние дорожки новых компакт-дисков. Очевидно, что эта проблема может возникнуть при использовании компакт-дисков с большим объемом данных, такими как мультимедиа-энциклопедии. Эту проблему можно решить, воспользовавшись программно-аппаратными средствами или модернизировав накопитель.

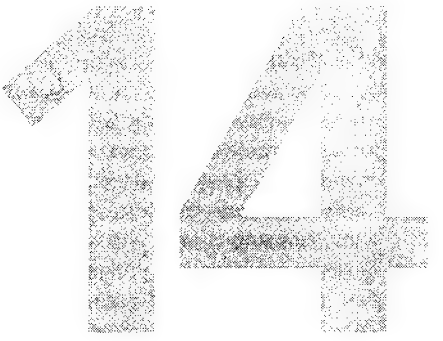
Иногда слишком малый объем данных на диске тоже может вызвать проблемы. Это связано с тем, что некоторые старые накопители используют произвольную точку на поверхности диска для настройки механизма чтения, и, если в этой точке не окажется данных, механизм не будет настроен. К счастью, данная проблема обычно решается путем использования программно-аппаратных средств или модернизации накопителя.

Есть еще одна распространенная проблема — некоторые старые накопители не совместимы с Windows 9*x*. В этом случае вам придется связаться с производителем накопителя и узнать, нет ли у него необходимого программного или программно-аппаратного обеспечения. Но, учитывая сегодняшние цены на накопители CD-ROM, выгоднее приобрести новый.

Если у вас возникли проблемы только с одним определенным компакт-диском, а не с накопителем в целом, то это, скорее всего, вызвано дефектами самого диска, который нужно просто заменить.

Глава 14

Принтеры



Одним из назначений компьютера является создание напечатанной версии документа, или, как ее еще называют, *твердой копии*. Именно поэтому принтер является необходимым аксессуаром компьютера. Однако это не означает, что к каждому компьютеру должен "прилагаться" принтер. Благодаря повсеместному распространению локальных сетей один принтер могут использовать несколько пользователей.

В настоящее время на рынке представлено большое количество принтеров, имеющих самые различные характеристики. В этой главе будут рассмотрены основы технологии печати, типы принтеров и их функциональные возможности. Кроме того, мы расскажем, как подключать принтер к компьютеру и устанавливать соответствующее программное обеспечение, а также о том, какие при этом могут возникнуть проблемы.

Технологии печати

На сегодняшний день существуют три основные технологии печати.

- *Лазерная*. Лазерный принтер работает следующим образом: на фоточувствительном барабане с помощью луча лазера создается электростатическое изображение страницы. При помещении на барабан специально окрашенного порошка, называемого *тонер*, последний "прилипает" только к той области, которая представляет собой буквы или изображение на странице. Барабан поворачивается и прижимается к листу бумаги, перенося таким образом тонер на бумагу. После закрепления тонера на бумаге вы получаете готовое изображение. Подобная технология используется в копировальных аппаратах.
- *Струйно-чернильная*. В струйных принтерах ионизированные капельки чернил через сопла распыляются на бумагу. Распыление происходит в тех местах, где необходимо сформировать буквы или изображения.
- *Матрица точек*. В матричных принтерах используются группа круглых игл, которые ударяют по листу бумаги через красящую ленту. Эти иглы собраны в прямоугольную сетку, называемую *матрицей*. При нажатии определенных игл в матрице формируются различные символы или изображения.

Лазерные принтеры обеспечивают наилучшее качество печати, за ними по качеству печати следуют струйные принтеры, а затем — матричные. Цена на лазерные принтеры постоянно снижается, поэтому они становятся доступными все большему количеству пользователей. В последнее время струйные и матричные принтеры становятся более специализированными: струйные переходят в разряд основных устройств для цветной печати, а матричные предназначаются в основном для сверхбыстрой и недорогой печати (например, в банке или в магазине для печати чеков).

Практически везде, за исключением специализированных задач, сейчас применяются лазерные принтеры. В этой главе будут рассмотрены основы технологии печати, реализованные в различных типах принтеров.

Разрешение

Термин *разрешение* (*resolution*) используется для описания контрастности и качества напечатанного образца. Во всех рассматриваемых технологиях печати изображение создается посредством ряда точек на бумаге. Разрешение принтера, а следовательно, и качество печати, зависит от размера и количества этих точек. При просмотре страницы, напечатанной с низким разрешением на матричном принтере, невооруженным глазом можно увидеть узор из точек, формирующих символы. Это происходит вследствие того, что точки довольно велики и имеют одинаковый размер. А при просмотре страницы, напечатанной с высоким разрешением на лазерном принтере, символы имеют "сплошной" вид, поскольку точки намного меньше и, как правило, имеют различные размеры.

Разрешение принтера обычно измеряют в *точках на дюйм* (*dots per inch — dpi*), другими словами, — это количество отдельных точек, которые может напечатать принтер на линии длиной в один дюйм. В большинстве принтеров разрешение определяется двумя направлениями — вертикальном и горизонтальном. Таким образом, под разрешением 300 dpi подразумевается 300×300 точек на одном квадратном дюйме. Принтер с разрешением 300 dpi может напечатать 90 000 точек на квадратном дюйме бумаги. Существуют принтеры, у которых разрешения в двух направлениях различаются (например, 600×1200 dpi). Такой принтер может напечатать 720 000 точек на одном квадратном дюйме.

Важно понимать различие между разрешениями принтера и монитора. Под термином *разрешение* в мониторах ПК понимают число пикселей, например 640×480 или 800×600. Если преобразовать это разрешение в "принтерный" стандарт, то получится 50–80 dpi. Измеряя реальный размер изображения (длина и ширина) на экране монитора и сравнивая его с количеством пикселей изображения, вы можете вычислить разрешение монитора в точках на дюйм.

Следовательно, не следует понимать дословно технологию WYSISWYG (What You See Is What You Get — что видишь, что и получаешь). Принтер с самым низким разрешением напечатает больше точек, чем будет отображено на мониторе.

Для отображения деталей изображения 90 000 точек на квадратный дюйм может быть недостаточно и при печати символов могут проявиться неровности диагоналей символов, как показано на рис. 14.1. Существует несколько способов улучшения качества печати и устранения "зазубренности". Первый способ — это увеличение разрешения. Практически все современные лазерные принтеры имеют минимальное разрешение — 300 dpi, большинство работает с разрешением 600 dpi, а разрешение моделей высшего класса может достигать 1 200 dpi. Фотонаборные автоматы могут печатать с разрешением от 1 200 dpi до 2 400 dpi. Увеличение разрешения до 600 dpi позволит устранить "зазубренность".

Улучшение разрешения. Улучшить качество изображения можно путем изменения размера точки, не увеличивая при этом разрешения. Эта техника впервые была предложена фирмой Hewlett Packard и получила название *технология улучшения разрешения* (*Resolution Enhancement Technology — RET*). При использовании этой технологии точки меньшего размера помещаются в "углы", образованные большими точками, как показано на рис. 14.2.

Такое смешивание точек разного размера приводит к сглаживанию эффекта "зазубренности". Этот тип улучшения качества изображения применяется только в лазерных и струйных принтерах. В матричных принтерах его использовать нельзя, поскольку диаметр иглы печатающей головки имеет фиксированный размер.

Интерполяция. Существует еще один способ увеличения разрешения изображения, называемый *интерполяцией* (*interpolation*). Разрешение принтера определяется не только размером печатаемой точки; большее разрешение — это гораздо больший объем данных, которые должен обработать принтер. Принтер с разрешением 600 dpi оперирует 360 000 точками на квадратный дюйм, а принтер с разрешением 300 dpi — 90 000 точками на квадратный дюйм.

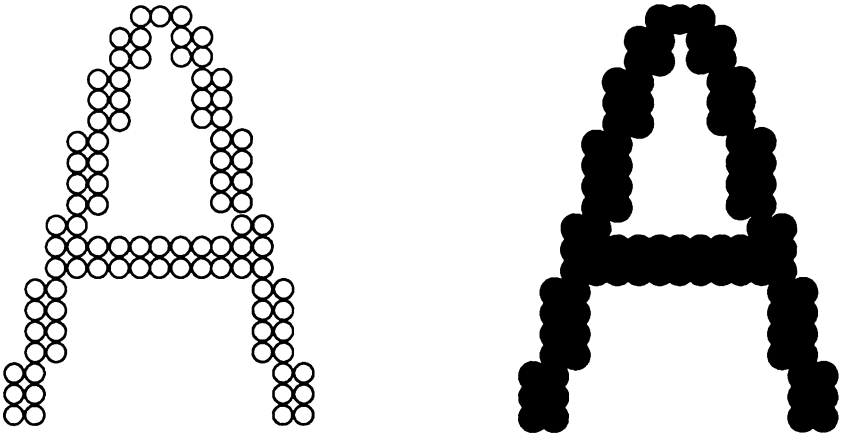


Рис. 14.1. При печати с низким разрешением появляется заметная "зазубренность" диагональных линий

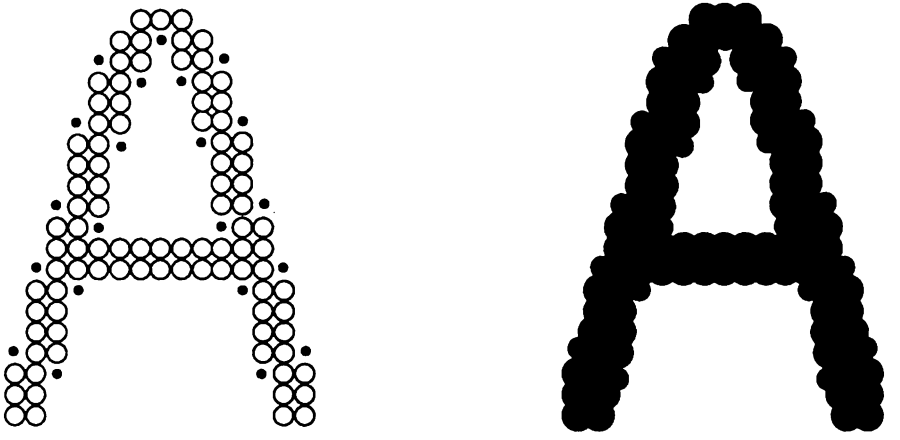


Рис. 14.2. В технологии улучшения разрешения смешиваются точки различных размеров для устранения эффекта "зазубренности" в изображении с низким разрешением

Таким образом, большее разрешение требует большего количества встроенной памяти, и принтер с таким разрешением будет дольше печатать. Некоторые производители принтеров увеличивают разрешение, не увеличивая объем встроенной памяти. Такой принтер может обработать изображение с разрешением 600 dpi, а затем интерполировать (или масштабировать) его до 1 200 dpi. Интерполированное изображение 1 200 dpi выглядит лучше, чем изображение 600 dpi без интерполяции, а принтер с "истинным" разрешением 1 200 dpi печатает изображения значительно лучше, чем принтер с аналогичным интерполированным разрешением. Увеличение "реального" разрешения принтера приводит к увеличению его цены. При покупке принтера обратите особое внимание на указанное производителем разрешение: скорее всего, в документации на принтер приводится интерполированное значение разрешения.

Качество печати матричных принтеров. Матричные принтеры абсолютно отличаются от лазерных и струйных принтеров. Самое важное различие состоит в том, что матричные принтеры не формируют лист полностью, как лазерные или струйные, а работают с потоком символов. Разрешение матричных принтеров не зависит от объема установленной памяти или компонентов процесса печати (таких как, тонер или чернила), а зависит лишь от возможно-

стей печатающего механизма. Матрица, используемая матричным принтером для печати символов, представляет собой сетку из металлических игл, которые ударяют по листу бумаги через красящую ленту, а не набор данных в памяти или шаблон на фоточувствительном барабане, как в струйном или лазерном принтерах. Таким образом, разрешение матричного принтера определяется количеством игл (чаще всего 9 или 24).

Двадцатичетырехигольчатый принтер имеет меньший размер точки (иглы), чем 9-игольчатый. Как и в остальных типах принтеров, использование большего количества точек для отображения символов позволяет уменьшить "зазубренность" печатаемых символов. В матричных принтерах применить технологии улучшения разрешения или интерполяции невозможно, поэтому разрешение матричных принтеров является постоянной величиной. Скорее всего, просматривая лист, распечатанный на 9- и 24-игольчатом принтере, вы не заметите существенной разницы.

Замечание

Многие производители 24-игольчатых принтеров характеризуют их как принтеры для печати "качественных букв". Именно эти принтеры используются при печати наклеек, чеков и т.д. С этой задачей матричные принтеры справляются великолепно. Если вам необходим принтер для работы в офисе или дома, я рекомендую воздержаться от покупки матричного принтера и обратить внимание на лазерные или струйные модели.

Язык описания страниц

Лазерные и струйные принтеры называют *страничными* принтерами, поскольку они формируют образ целой страницы в памяти перед перемещением его на бумагу. Это основное отличие лазерных и струйных принтеров от матричных, которые являются символьными. Для "общения" компьютера со страничным принтером применяется специализированный *язык описания страницы* (*page description language — PDL*). Язык описания страницы — это средство кодирования каждой части печатаемого документа в поток данных, который может быть передан на принтер. После получения принтером кодов языка описания страницы встроенное программное обеспечение принтера преобразует код в шаблон точек, которые переносятся на бумагу. В настоящее время существует два языка описания страниц, ставших фактическим стандартом в компьютерной индустрии, — PCL и PostScript. О них речь пойдет далее в этой главе.

Принтеры, не поддерживающие язык описания страниц, используют *последовательность escape-кодов* (*escape code sequence*) для управления свойствами принтера в комбинации со стандартным текстом ASCII для передачи содержимого документа. За это "отвечает" драйвер принтера, который распознает символы, передаваемые принтеру, — escape-коды или язык описания страниц. При печати документа неважно, в какой программе он был создан, а также формат файла, в котором он был сохранен, — данные для печати должны быть преобразованы в поток данных языка описания страниц или поток ASCII-текста с escape-кодами.

PCL (Printer Control Language). Язык описания страниц PCL был разработан фирмой Hewlett Packard в начале 80-х годов для использования в принтерах собственного производства. Когда фирма Hewlett Packard завоевала значительную часть рынка принтеров, язык PCL стал стандартом, который эмулируют многие производители. Кроме текста, который необходимо напечатать, поток данных языка PCL содержит большое количество команд, разработанных для управления принтером. Эти команды можно разделить на четыре категории:

- *Управляющие коды*. Стандартные коды ASCII, которые представляют собой функцию (например, возврат каретки (CR) или перевод строки (LF)), а не символы.
- *Команды PCL*. В основном состоят из *последовательности escape-кодов*, которые используются в матричных принтерах. Эти команды составляют значительную часть управляюще-

го кода PCL-файла и включают специфичные для каждого принтера эквиваленты параметров документа (например, форматирование страницы и используемый шрифт).

- *Команды HP-GL/2 (Hewlett Packard Graphics Language — язык графики Hewlett Packard)*. Представляют собой команды для печати векторной графики составного документа. Они состоят из двухбуквенных мнемоник и одного параметра (или нескольких), определяющего процесс выполнения команды принтером.
- *Команды PJL (Printer Job Language — язык выполнения печати)*. Эти команды позволяют принтеру "общаться" с компьютером по двунаправленной линии для обмена информацией о состоянии, процессе печати и других параметрах.

С развитием возможностей принтеров совершенствовался и язык PCL. Первые версии языка (1 и 2) применялись в струйных и портативных принтерах Hewlett Packard в начале 80-х годов и не содержали языка описания страниц. В первой модели лазерного принтера LaserJet, выпущенной в 1984 году, использовался язык PCL 3, а последние модели лазерных принтеров поддерживают язык PCL 6. В табл. 14.1 приведены различные версии языка PCL, даты выпуска и возможности, которые добавлялись при использовании этой версии языка в лазерных принтерах фирмы Hewlett Packard.

Таблица 14.1. Версии языка PCL принтеров Hewlett Packard

Версия	Дата	Модели	Преимущества
PCL 3	Май 1984	LaserJet, LaserJet Plus	Полное форматирование страницы; векторная графика
PCL 4	Ноябрь 1985	LaserJet Series II	Добавлены шрифты; загружаемые макросы; поддержка растровых шрифтов и графики
PCL 4e	Сентябрь 1989	LaserJet IIP raster IIP Plus	Сжатые растровые шрифты; изображения
PCL 5	Март 1990	LaserJet III, IIID, IIIP, IIIsi, HP-GL/2	Масштабируемые шрифты; векторные шрифты; векторная графика
PCL 5e	Октябрь 1992	LaserJet 4, 4M, 4L, 4ML, 4P, 4MP, 4 Plus, 4M Plus, 5P, 5MP, 5L, 5L-SF, 5Lxtra, 6L, 6Lxi, 6Lse, 6P, 6MP, 6Psi, 6Pse	Поддержка разрешения 600 dpi; двунаправленный обмен данными между принтером и компьютером; дополнительные шрифты для Microsoft Windows
PCL 5c	Октябрь 1994	Color LaserJet, Color LaserJet 5, 5M	Поддержка цвета
PCL 6	Апрель 1996	LaserJet 5, 5se, LaserJet 6, 6Pse, 6Psi, 6MP	Быстрая печать графики и возврат управления приложению

Разработанный фирмой Hewlett Packard язык PCL стал стандартом *де-факто* на рынке принтеров. Поэтому многие производители принтеров в рекламных целях сообщают, что их принтер совместим с определенной моделью принтера Hewlett Packard.

PostScript. Этот язык описания страниц разработан фирмой Adobe и впервые был использован в принтере Apple LaserWriter в 1985 году. Первые версии языка PostScript уже обладали такими возможностями, как масштабируемые шрифты и поддержка векторной графики, в то время как в язык PCL они были добавлены относительно недавно. Вследствие этого, язык PostScript быстро стал (и остается поныне) промышленным стандартом для настольных издательских систем и графических программ. Фирма Adobe лицензировала язык PostScript многим производи-

телям принтеров, включая производителей фотонаборного оборудования, широко используемого в допечатной подготовке газет, журналов, книг и другой печатной продукции.

Язык PostScript не поддерживает последовательность escape-кодов, как PCL; он больше похож на стандартный язык программирования. PostScript называют *объектно-ориентированным* языком программирования, поскольку на принтер отправляется не изображение, а геометрические объекты. Для того чтобы напечатать текст определенным шрифтом, драйвер принтера должен указать последнему контур шрифта и его размер. Контур шрифта является шаблоном для создания символов любого размера. Принтер генерирует изображение символа из его контура, а не загружает его из памяти. Этот тип изображения, который генерируется индивидуально для каждой страницы, называется *векторной графикой*, в отличие от *растровой графики*, которая отправляется на принтер в виде готового набора точек. Возможность масштабирования шрифтов была добавлена только в пятую версию языка PCL, появившуюся в 1990 году.

При использовании контуров процесс печати шрифтов упрощается. Большинство принтеров содержат встроенные шрифты любого размера. Растровые шрифты должны быть загружены в принтер из компьютера. Различие между векторными и растровыми объектами можно заметить на напечатанном образце. Поскольку векторное изображение генерируется в принтере, его качество определяется возможностями принтера. Напечатанное векторное изображение на принтере с разрешением 600 dpi выглядит намного лучше, чем аналогичное изображение, напечатанное на принтере с разрешением 300 dpi.

Первые модификации языка PostScript отражали развитие возможностей лазерных принтеров Apple. Незначительные модификации языка легли в основу новой версии языка, которую фирма Adobe выпустила в 1992 году и назвала PostScript Level 2. На этом развитие языка не остановилось и в 1997 году появилась его следующая версия — PostScript Level 3. В этих обновленных версиях языка PostScript поддерживается большая производительность PostScript-принтеров, реализована поддержка большего объема установленной памяти принтера и нескольких лотков с бумагой. Однако революционных изменений, как в языке PCL, язык PostScript не переживает. Он обладает всеми необходимыми свойствами еще со дня своего появления, и существующие версии языка остаются обратно совестимыми.

Поддержка PDL. При выборе принтера необходимо учитывать область его применения. На сегодняшний день и PCL, и PostScript обладают всеми необходимыми средствами для выполнения качественной печати. Однако, если вы планируете использовать принтер в процессе допечатной подготовки, остановите свой выбор на принтере с поддержкой языка PostScript, поскольку он является стандартом в издательском мире.

Вы также можете использовать PostScript-принтер для распространения документов в Internet. Выходной файл (с расширением PS) не зависит от платформы и может использоваться (и используется) для межплатформенного обмена документами, содержащими графику.

Рассмотрим пример. Спецификация протокола TCP/IP определяет, что документы в Internet распространяются в форме ASCII-текста. Что же делать, если документ содержит графику, которая не может быть представлена в виде ASCII-текста? Здесь и приходит на помощь PostScript. Вы можете распечатать документ из PS-файла на любой платформе и получить его твердую копию. В настоящее время этот метод активно используется несмотря на то, что появились другие платформонезависимые форматы, например, такие как Adobe Acrobat.

Оба языка — PCL и PostScript — поддерживает огромное количество принтеров. На платформе Macintosh язык PostScript является основным, и все принтеры, выпускаемые фирмой Apple, используют этот язык. Принтеры фирмы Hewlett Packard поддерживают язык PCL. Однако некоторые модели принтеров этой фирмы также поддерживают PostScript; кроме того, для поддержки языка PostScript в PCL-принтерах выпускаются специальные модули расширения.

Многие производители принтеров лицензировали язык PCL или PostScript (или оба сразу) и реализовали его поддержку в собственных моделях принтеров. А производители, не имею-

щие лицензии на поддержку этих языков, эмулируют ее. В середине 80-х годов термин "совместим с LaserJet Plus" был аналогичен термину "Hayes-совместимый" в мире модемов. Практически все производители принтеров достаточно хорошо реализовали эмуляцию языка PCL (его последнюю, пятую, версию), чего не скажешь об эмуляции языка PostScript. Это, в первую очередь, связано со сложностью языка PostScript. При печати вы можете и не заметить существенных отличий от "нормального" PostScript. Отличия обязательно проявят себя при печати на фотонаборном оборудовании с "чистым" PostScript.

Учитывая вышесказанное, я рекомендовал бы приобретать принтер, в котором реализован язык описания страниц, лицензированный его создателем. Лучше, если это будет PCL 5 и/или PostScript Level 2.

Некоторые производители принтеров реализовали поддержку обоих языков. В этих принтерах используется необходимый язык описания страниц в зависимости от типа печатаемого документа. Переключение языков осуществляется автоматически. Но иногда необходимо переключить язык вручную, для этого следует отправить на принтер определенную последовательность команд. Для единственного пользователя принтера это — не проблема, а при использовании такого принтера в локальной сети могут возникнуть сложности при печати.

Escape-коды

Все лазерные и большинство струйных принтеров поддерживают минимум один язык описания страниц, однако это не относится к некоторым матричным принтерам. Драйвер матричного принтера подключается к принтеру с помощью последовательности escape-кодов. Подобно командам языка PCL, *escape-коды* являются управляющей последовательностью, используемой для активизации свойств принтера. Термин *escape-коды* произошел от названия клавиши <Escape>: ASCII-значение этой клавиши используется в качестве первого символа кода для сигнализации принтеру о том, что далее будет передан код инструкции, а, кроме того, этот символ не используется в текстовой части печатаемого документа.

Для матричного принтера вы можете выбрать разрешение, шрифты и скорость печати в зависимости от возможностей принтера. Установленный драйвер принтера генерирует соответствующие escape-коды в зависимости от параметров, определенных в программе конфигурации драйвера.

В отличие от языков описания страниц, Escape-коды не стандартизованы — принтеры могут использовать различные коды для реализации одной и той же функции. Например, коды матричных принтеров Epson (ведущего производителя такого рода устройств) поддерживаются многими производителями принтеров, несмотря на то, что каждый производитель использует и собственные коды.

Память принтера

В каждом принтере есть микросхемы памяти, а лазерные и струйные принтеры, помимо этого, имеют еще и встроенный процессор, так что можно сказать, что принтер — это специализированный компьютер. Память в принтере служит буфером для помещения данных задания печати; она предназначена для хранения данных в процессе создания изображения, шрифтов и команд, а также для временного хранения контуров шрифтов и других данных.

Объем памяти в лазерных и струйных принтерах — "зеркало" его возможностей. Принтер должен создать растровое изображение всей страницы (графические изображения и шрифты) в памяти, а затем напечатать ее. Каждое векторное изображение и контуры шрифтов должны быть преобразованы в растр перед печатью. Для большого количества графики и шрифтов на странице требуется много памяти. Кроме того, память необходима для хранения интерпретатора языка описания страниц и шрифтов принтера.

При нехватке памяти принтер печатает "смесь" графики и текста, разбивает графическое изображение на два листа, использует несколько шрифтов или даже вообще не печатает ка-

кой-то шрифт. К счастью, во многих принтерах предусмотрена возможность установки дополнительных модулей памяти.

Модули памяти имеют различное конструктивное исполнение. В некоторые принтеры можно вставить стандартные модули памяти SIMM или DIMM, а для некоторых принтеров необходимы специальные картриджи памяти (которые, естественно, имеют более высокую цену). Запомните одно правило: много памяти не бывает! Дополнительная память в принтере будет использоваться для создания нескольких страниц или в качестве буфера данных, получаемых от компьютера.

Принтер с дополнительной памятью может принять больший объем данных от компьютера. В результате расширения памяти (в зависимости от установленной операционной системы и драйвера принтера) вы получите выигрыш в производительности системы. При печати из операционной системы DOS добавление памяти в принтер не приведет к ускорению печати, поскольку система будет занята до тех пор, пока выполняется печать. Только многозадачные системы, такие как Windows 9*x*, обладающие возможностью печати в фоновом режиме, будут использовать все преимущества увеличения памяти принтера.

Зная объем памяти, установленный в принтере, вы можете определить тот объем памяти, который необходимо дополнительно установить. Кроме того, вам необходимо знать объем памяти, занимаемый языком описания страниц и шрифтами, а также количество свободной памяти для помещения данных задания печати. Различные версии языка описания страниц, размер страницы, разрешение — вот основные параметры, которые влияют на необходимый объем памяти принтера. Например, для печати с разрешением 300 dpi на бумаге размером Letter ($8\ ^1/_2$"×11") и с использованием языка PCL "с головой" хватит 12 Мбайт, а при печати с разрешением 600 dpi на бумаге размером 11"×17" и с использованием языка PostScript этого объема памяти недостаточно.

Замечание

Увеличить объем памяти принтера можно только в лазерных и струйных принтерах. Большинство матричных принтеров некритичны к объему установленной памяти, поскольку данные с компьютера в принтер передаются в виде потока ASCII-символов, и принтеру не нужно формировать всю страницу целиком. Поэтому в них устанавливают небольшой буфер для приема данных, чаще всего — в несколько килобайт. Даже графические изображения передаются в виде потока символов, поэтому увеличение объема памяти не приведет к увеличению производительности матричного принтера.

Шрифты

При печати документов, как известно, используются шрифты. С помощью различных шрифтов вы можете придать документу законченный вид. Под термином *шрифт* понимают гарнитуру определенного стиля и размера. *Гарнитура* — это разработанный набор буквенно-цифровых символов, в котором буквы, цифры и символы имеют одинаковое начертание. В настоящее время созданы тысячи гарнитур и постоянно создаются новые. Некоторые из основных гарнитур включены в поставку операционной системы Windows: Times New Roman, Arial и Courier и др. (рис. 14.3). *Стиль шрифта* — это вариации гарнитуры, например, такие как полужирный или курсив. Гарнитура может иметь несколько стилей.

Times New Roman

Arial

Courier

Рис. 14.3. Примеры гарнитур Times New Roman, Arial и Courier

Гарнитуры чаще всего классифицируются по их общим свойствам. Например, Times New Roman — это гарнитура с *засечками* (*serif*), поскольку все символы имеют небольшую декоративную черточку, называемую засечкой. Гарнитура типа Arial не имеет этих черточек и ее называют *без засечек* (*sans serif*). Courier называют *моноширинной* (*monospace*) гарнитурой, поскольку все сим-

волы имеют одинаковую ширину, как символы на печатной машинке. Arial и Times New Roman называют *пропорциональными* гарнитурами, поскольку все символы имеют различную ширину. Например, символы "i" и "w" в пропорциональной гарнитуре имеют разную ширину.

Термин *шрифт* (*font*) используется для описания гарнитуры определенного размера, обычно измеряемого в *пунктах* (*points*) (один дюйм равен 72 пунктам). Courier 10 пунктов и Courier 12 пунктов описывают два различных шрифта. Это различие в мир компьютеров попало из традиционной печати. Еще совсем недавно для печати текста использовались наборы печатных форм (каждая печатная форма — это один символ) из металла или дерева. Для печати символов различного размера необходимы были печатные формы соответствующего размера. Таким же способом в принтерах используется растр для создания текста. При таком способе печати каждый символ гарнитуры существует в собственной сетке из точек, а затем эта сетка отправляется на принтер. По существу каждый символ представляет собой отдельное небольшое графическое изображение. Для печати гарнитуры разного размера необходимо отдельное графическое изображение символа для каждого размера. Такие шрифты называют *растровыми* (*bitmap*).

В настоящее время практически во всех принтерах используются *масштабируемые* (*scalable*) шрифты. В этой технологии для печати символа любого размера используется только контур этого символа. Принтер помещает этот контур в память, а затем генерирует растровое изображение символа необходимого размера. Это растровое изображение символа помещается в кэш шрифтов и хранится там только во время печати текущего задания. Кроме того, принтер может поворачивать масштабируемый шрифт под любым углом, в то время как растровый шрифт может быть повернут на угол, кратный 90°. Контуры шрифтов занимают меньше памяти принтера и имеют более широкий диапазон изменений каждой гарнитуры. Поскольку масштабируемые шрифты представляют собой векторную графику, они могут использовать максимально возможное разрешение принтера, а растровые шрифты всегда имеют одно разрешение. Единственный недостаток масштабируемых шрифтов состоит в том, что принтер должен иметь достаточно мощную вычислительную часть.

Замечание

Растровые шрифты редко применяются для печати деловых документов, однако некоторые из них используются при допечатной подготовке изданий. Растровые шрифты используются в некоторых операционных системах, например в Windows 3.1, для отображения текстовых элементов экрана, поскольку масштабируемые шрифты выглядят недостаточно хорошо при низком разрешении на обычном мониторе. Однако появление технологии *сглаживания неровностей шрифтов* (*anti-aliasing*) положило конец "эре правления" растровых шрифтов.

Как результат развития технологии, термины "шрифт" и "гарнитура" стали взаимозаменяемы. Раньше при покупке гарнитуры вы получали один набор символов различного размера, каждый размер которого назывался шрифтом. В настоящее время при покупке гарнитуры вы получаете один контур шрифта, который ваш принтер может изменить до любого размера.

Существует несколько способов передачи этих шрифтов на принтер. Поскольку растровый шрифт занимает намного больше места в памяти, чем контур масштабируемого шрифта, его не хранят в памяти принтера постоянно. Для этого используются специальное программное обеспечение, с помощью которого необходимые для печати документа шрифты загружаются в память принтера, или же картридж со шрифтами, помещаемый в специальный разъем принтера.

Лишь немногие производители принтеров в настоящее время поддерживают специальный разъем для установки картриджа со шрифтами. Большое распространение получили программные средства управления шрифтами. Масштабируемые шрифты более универсальны, а самое главное — их не нужно постоянно хранить в памяти принтера. Драйвер принтера может при необходимости автоматически загрузить контуры шрифтов и сгенерировать любой его размер.

Появление технологии TrueType в операционных системах Windows и Macintosh послужило толчком к созданию тысячи гарнитур различных стилей и практически любого размера.

Большинство PostSript-принтеров поставляются с коллекцией из 39 основных встроенных шрифтов, но вы можете приобрести дополнительные шрифты или целые коллекции шрифтов. После покупки контурных шрифтов PostScript Type 1 вам еще понадобится программа Adobe Type Manager, с помощью которой вы сможете загружать необходимые для печати документов шрифты в принтер.

Существует еще одна распространенная технология масштабируемых шрифтов — TrueType. Разработанная через шесть лет после создания PostScript, эта технология представляет собой результат совместной работы фирм Apple и Microsoft. Обе фирмы желали интегрировать средства управления масштабируемыми шрифтами типа PostScript в собственные операционные системы и не собирались отдавать фирме Adobe такой важный элемент операционной системы.

Несмотря на существующие различия в формировании контуров шрифтов, технологии PostScript и TrueType функционируют одинаково. Основное преимущество технологии TrueType состоит в том, что она уже встроена в операционные системы Windows и Macintosh, и, кроме того, для работы со шрифтами не нужно приобретать дополнительное программное обеспечение, наподобие Adobe Type Manager. Многие производители шрифтов выпускают свои продукты в обеих версиях PostScript и TrueType, а существующие между ними различия практически незаметны.

Многие производители принтеров встраивают в свои модели коллекцию шрифтов TrueType. Эти шрифты посредством операционной системы становятся доступными для приложений. Вы можете получить комплекты шрифтов при покупке принтера, сканера или графического пакета.

Замечание

Цена на шрифты может быть различной: от бесплатных (чаще всего их можно найти в Internet), до относительно дорогих (например, Adobe). Не забывайте, что бесплатное не значит плохое, а дорогое — хорошее. Определите свои потребности и выберите "золотую середину".

Драйверы принтеров

Как и для большинства периферийных устройств, для нормальной работы принтера необходимо установить драйвер. Драйвер принтера обеспечивает интерфейс между принтером и приложением или операционной системой. Основная функция драйвера — информировать компьютер о возможностях принтера (например, об используемом языке описания страниц, поддерживаемых типах бумаги и установленных шрифтах). При печати документа выбранные параметры печати применяются к драйверу принтера несмотря на то, что они отображаются в виде свойств приложения.

В операционной системе DOS драйверы принтера интегрированы в каждое приложение. Лишь несколько программ поставляются с поддержкой большого количества моделей принтеров, а большинство приложений — только с драйверами основных моделей. Если необходимый драйвер принтера не поддерживается приложением, то выберите тот драйвер, который использует одинаковый с вашим принтером язык описания страниц. Например, драйвер принтера LaserJet III использует язык PCL 5, и этот драйвер будет поддерживать все модели принтеров LaserJet III и языка PCL 4. Выбрав таким способом драйвер принтера, вы не сможете полностью использовать его возможности.

Во всех версиях Windows драйвер принтера устанавливается как часть операционной системы, а не для конкретного приложения. С операционной системой Windows поставляется большое количество драйверов принтеров, а драйверы новых моделей поставляются произ-

водителем либо вместе с принтером, либо их можно найти в Internet. Обратите внимание, что драйверы принтеров, поставляемые вместе с операционной системой Windows, чаще всего разрабатываются производителем принтера, а не фирмой Microsoft, но с одобрения последней. В результате уменьшается количество проблем, появляющихся вследствие использования продуктов двух различных производителей.

Описания PostScript-принтера. Для принтеров, использующих язык PCL или последовательность escape-кодов, в Windows применяется отдельный драйвер. А PostScript-принтеры используют один общий драйвер для поддержки языка описания страниц. Во всех версиях Windows этот драйвер называется `Pscript.drv`. Для поддержки особенных свойств принтера драйвер использует дополнительные модули, называемые *описанием PostScript-принтера* (*PostScript Printer Description — PPD*). В файле PPD хранится информация об особенностях данной модели принтера (например, о размере и количестве лотков для бумаги), а поддержка языка обеспечивается драйвером PostScript. Для поддержки нескольких моделей PostScript-принтеров в Windows необходимо к существующей архитектуре драйверов добавить дополнительные файлы PPD.

Кроме модуля поддержки PostScript-принтеров, включенного в поставку Windows, можно использовать драйвер AdobePS фирмы Adobe, которая разработала язык PostScript. Если вы приобрели принтер с "истинной" поддержкой языка PostScript, то лучше использовать именно этот драйвер, поскольку он обеспечивает наилучшую реализацию всех возможностей языка. Неважно, какой вы используете драйвер PostScript, — фирмы Microsoft или Adobe, помните, что дополнительные возможности обеспечивает файл PPD, который можно получить у производителя вашего принтера.

Как работают принтеры

В каждом из трех основных типов принтеров применяются различные методы создания изображения на бумаге и, кроме того, различные материалы: порошковый тонер, жидкие чернила или красящая лента. В следующих разделах речь пойдет о том, как создается изображение на бумаге в каждом типе принтеров.

Лазерные принтеры

Процесс печати документа на лазерном принтере состоит из следующих этапов:

- подключение;
- обработка данных;
- форматирование;
- растеризация;
- лазерное сканирование;
- наложение тонера;
- закрепление тонера.

Различные принтеры выполняют эти действия разными способами, однако приблизительно такая последовательность действий выполняется большинством принтеров. Например, недорогие модели принтеров интенсивно используют в процессе печати компьютер, а более дорогие и совершенные модели основную часть действий выполняют с помощью собственного аппаратного и программного обеспечения.

Подключение. Для того чтобы напечатать документ, вначале необходимо отправить задание печати с компьютера на принтер. Для этого традиционно используется параллельный порт компьютера, но некоторые принтеры могут использовать и последовательный порт. Некоторые модели принтеров поддерживают оба порта и могут быть подключены к нескольким компьютерам. Сетевые модели принтеров, кроме поддержки параллельного или последовательного подключения, имеют встроенный сетевой адаптер и могут быть подключены напрямую к сетевому кабелю.

При подключении компьютера к принтеру здание печати отправляется на принтер. Однако поток данных может быть двунаправленным, т.е. и принтер может посылать контролирующие сигналы компьютеру, информирующие его о приостановке потока данных и продолжении его передачи. Обычно в принтере установлен объем памяти намного меньший, чем задание печати. При переполнении буфера принтер сообщает компьютеру о приостановке передачи данных. Как только страница будет напечатана, принтер продолжает считывать данные из буфера и информирует компьютер о возобновлении передачи. Этот процесс называется *синхронизацией* (*handshaking*). Для синхронизации используется специальный протокол.

Как указывалось выше, для хранения данных задания печати используется память принтера, а если ее недостаточно, то необходимо добавить дополнительные модули. Некоторые модели принтеров оснащаются встроенным жестким диском для хранения данных печати и коллекций шрифтов. Процесс временного хранения заданий печати перед их печатью называется *спулингом печати* (*print spooling*).

Многие современные модели принтеров обладают дополнительными коммуникационными возможностями, позволяя пользователю с помощью программного обеспечения осведомляться о состоянии принтера и даже конфигурировать параметры, которые ранее можно было установить с помощью кнопок управления на принтере. Для такого типа связи принтера и компьютера необходим порт с расширенными возможностями, например, такой как ECP- или EPP-порт.

Обработка данных. После загрузки данных в принтер из компьютера последний начинает процесс интерпретации кода. Большинство лазерных принтеров представляют собой специализированный компьютер для печати, поскольку содержат микропроцессор и память, которые работают аналогично компонентам настоящего компьютера. Эта часть принтера называется *контроллер* (*controller*), или *интерпретатор* (*interpreter*), и включает программную поддержку языка (или языков) описания страниц.

Вначале интерпретатор из поступивших данных выделяет управляющие команды и содержимое документа. Процессор принтера считывает код и выполняет команды, являющиеся частью процесса форматирования, а затем выполняет другие инструкции, которые необходимы для конфигурации принтера (например, выбор лотка с бумагой, односторонняя или двухсторонняя печать и т.д.).

Форматирование. В фазе форматирования процесса интерпретации данных происходит выполнение команд, которые указывают, как содержимое документа должно располагаться на странице. Опять-таки, этот процесс зависит от возможностей принтера. В низших моделях принтеров основную часть этого процесса выполняет компьютер, который отправляет принтеру специальные инструкции, описывающие точное расположение каждого символа на странице. Высшие модели принтеров (а следовательно, и более дорогостоящие) выполняют процесс форматирования самостоятельно и делают это намного быстрее.

Ваше приложение может отображать документ в формате WYSIWYG, который выглядит просто прекрасно, но это еще не означает, что он точно так же будет выглядеть на бумаге. Точность отображения зависит от драйвера принтера. В большинстве случаев принтер формирует документ посредством интерпретации набора команд, которые определяют такие параметры, как размер бумаги, расположение полей страницы, интервала между строками. Затем контроллер помещает текст и графику в этот макет страницы, а также выполняет такие сложные процедуры, как выравнивание текста.

Процесс форматирования также включает преобразование контуров шрифтов и векторной графики в растр. Например, при появлении команды, определяющей использование какого-либо шрифта определенного размера, контроллер обращается к контуру шрифта и генерирует растровое изображение набора символов необходимого размера. Эти растровые изображения символов помещаются во временный кэш шрифтов, откуда извлекаются по мере необходимости при помещении в определенное место страницы.

Растеризация. Результат процесса форматирования — это детальный набор команд, определяющих точное расположение каждого символа и графического изображения на каждой странице документа. В конце процесса интерпретации данных контроллер выполняет команды для создания массива точек, которые затем будут перенесены на бумагу. Этот процесс называется *растеризацией* (*rasterization*). Этот массив точек помещается в буфер страницы и находится там до начала процесса переноса на бумагу.

Эффективность процесса растеризации зависит от количества установленной в принтере памяти и используемого разрешения в текущем задании печати. При монохромной печати каждая точка — это один бит памяти; для размера бумаги Letter и разрешения 300 dpi необходимо 1 051 875 байт памяти ($[\{8^1/_2 \times 11\} \times 300^2]/8$), что больше 1 Мбайт. При разрешении 600 dpi необходимый объем памяти возрастает до 4 Мбайт. Некоторые модели принтеров имеют достаточное количество памяти для буферизации всей страницы, пока будет выполняться процесс форматирования следующей страницы. А в некоторых моделях принтеров памяти недостаточно даже для размещения целой страницы. В таком случае используются *буферы полосы* (*band buffers*).

Принтеры, использующие буферы полосы, разделяют страницу на несколько горизонтальных полос. Контроллер выполняет растеризацию данных одной полосы, отправляет ее на печать, очищает буфер и приступает к обработке следующей полосы. Таким образом, страница по частям попадает на фоточувствительный барабан или другое печатающее устройство. Использование такого типа буферизации приводит к снижению стоимости принтера — из-за уменьшения объема установленной в нем памяти. Однако такой тип буферизации больше подвержен ошибкам, и вы можете обнаружить, например, несовпадение изображения на напечатанной странице. С целью снижения стоимости памяти производители принтеров отказываются от буферов полосы.

Совет

В некоторых драйверах принтеров предусмотрена возможность управления видом графики, в котором она будет отправляться на принтер (векторный или растровый). Векторная графика обеспечивает лучшее быстродействие, по сравнению с растровой. При появлении проблем с векторной графикой можно использовать растровую, установив в окне свойств принтера соответствующий переключатель. Помните, что не все модели принтеров позволяют управлять этим параметром.

Лазерное сканирование. После растеризации изображение страницы сохраняется в памяти, а затем передается печатающему устройству, которое физически выполняет процесс печати. *Печатающее устройство* (*print engine*) — это общий термин для определения устройств, которые непосредственно переносят изображение на бумагу в принтере и включают следующие элементы: узел лазерного сканирования, фоточувствительный элемент, контейнер с тонером, блок распределения тонера, коротроны, разрядная лампа, блок закрепления и механизм транспортировки бумаги. Чаще всего эти элементы конструктивно выполнены в виде одного модуля — аналогичное печатающее устройство используется в копировальных машинах. Большинство производителей принтеров приобретают печатающее устройство у других производителей, таких, например, как Canon. Принтеры и копировальные машины отличаются процессом получения и обработки данных. Копировальная машина содержит встроенный

сканер, с помощью которого формируется образ документа, а принтер получает эти данные в цифровом виде из компьютера. После растеризации изображение передается печатающему устройству и остальные действия над документом практически не отличаются от аналогичных действий в принтере.

Узел лазера в лазерном принтере, называемом иногда *выходным растровым сканером* (*raster output scanner — ROS*), используется для создания электростатического массива точек на фоточувствительном барабане, называемом *фоточувствительным элементом*. Данный массив полностью соответствует изображению, хранящемуся в буфере страницы. Узел лазера состоит из лазера, поворотного зеркала и линз. Лазер в этом узле закреплен неподвижно, а для создания узора из точек в горизонтальном направлении по всей ширине барабана используется поворотное зеркало. Луч фокусируется с помощью линз так, что точки на внешней границе барабана не искажаются при отдалении от источника света. Вертикальное перемещение обеспечивается медленным и равномерным вращением барабана.

Внимание!

Поскольку барабан чувствителен к любому свету, он не должен долго находиться в светлой комнате или под прямыми солнечными лучами. В некоторых принтерах используется защитный механизм, который закрывает барабан от засветки при открытии крышки принтера для смены расходных материалов. Даже если ваш принтер оснащен такой защитой, не оставляйте на длительное время открытой верхнюю крышку.

Фоточувствительный барабан (в некоторых принтерах он может иметь вид ремня) покрыт слоем гладкого материала, который накапливает электростатический разряд и может его потерять в отдельных местах поверхности при попадании света. Начальная зарядка всей поверхности барабана осуществляется с помощью устройства, называемого *зарядным коротроном*. *Коротрон* (*corotron*) — это проволока под большим напряжением, которая при работе ионизирует окружающий воздух. При заряде поверхности барабана выделяется озон. В некоторых небольших принтерах используется валик вместо коротрона, что позволяет предотвратить появления озона.

Внимание!

Озон — это вредный и едкий газ, который не должен находиться в закрытых и непроветриваемых помещениях. (Несмотря на это озон используют для дезодорирования воздуха и очистки воды.) Помните, что при длительной работе лазерного принтера в закрытом помещении выделяется такое количества озона, которое может принести вред вашему здоровью.

Барабан чувствителен к любому типу света, но точки лучше всего создавать с помощью лазера. Именно лазер обеспечивает высокое разрешение, необходимое для создания профессионально выглядящих документов. Каждое пятно, которое оставляет лазер на барабане, становится электрически нейтральным, таким образом на поверхность барабана наносятся образы символов и изображений страницы. Лазер нейтрализует области барабана, относящиеся к черной части страницы, т.е. символы и изображения из которых состоит документ. Этот процесс печати называется *запись черного* (*write-black*). А процесс печати, при котором происходит нейтрализация фона страницы, называется *запись белого* (*write-white*).

Наложение тонера. При вращении барабана часть его поверхности, которая уже обработана лазером, попадает в блок распределения тонера (рис. 14.4).

Валик распределения тонера покрыт магнитным слоем и выполняет функцию "кисти" для тонера. *Тонер* (*toner*) — это обладающий особыми свойствами черный порошок, который принимает форму изображения на печатаемой странице. При вращении валика распределения тонера частицы тонера из контейнера распределяются по магнитной поверхности валика.

Этот валик расположен в непосредственной близости от фоточувствительного барабана, и когда его поверхность прикасается с валиком, частицы тонера притягиваются к тем областям, которые были нейтрализованы с помощью лазера. Таким образом, посредством частиц тонера формируется изображение страницы на барабане.

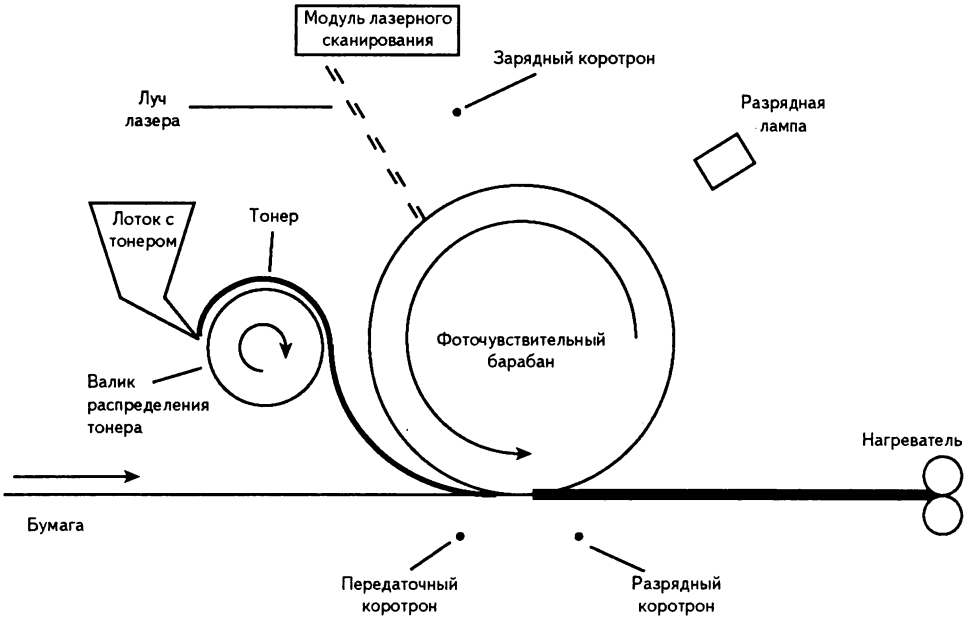


Рис. 14.4. Схема печатающего устройства лазерного принтера

Барабан продолжает медленно вращаться и прикасается своей поверхностью к поверхности бумаги. В принтере есть механизм для извлечения листа бумаги из лотка и передачи его в устройство печати таким образом, что его поверхность оказывается точно под барабаном при его вращении. Скорость подачи бумаги точно соответствует скорости вращения барабана. Снизу листа бумаги находится еще один коротрон (называемый *передаточным коротроном* (*transfer corotron*)), с помощью которого заряжается лист бумаги и частицы тонера с барабана переносятся на лист бумаги, формируя изображение. После переноса тонера на бумагу барабан продолжает вращаться и попадает под разрядную лампу (обычно — это линейка светодиодов), с помощью которой происходит "очищение" поверхности барабана. Теперь барабан полностью восстановлен и может использоваться для печати следующей страницы.

При таком процессе печати ошибки незначительны. Это достигается очень близким расположение элементов печатающего устройства. Многие производители принтеров размещают печатающее устройства в картридже с тонером. Такое конструктивное решение приводит к увеличению стоимости картриджа, но позволяет без проблем заменять наиболее чувствительные элементы принтера.

Закрепление тонера. После переноса тонера с фоточувствительного барабана на бумагу последняя продолжает свое движение и проходит еще над одним коротроном, называемом *разрядным коротроном*. Этот коротрон снимает заряд, который был применен передаточным коротроном перед помещением тонера на бумагу. Это необходимо для электрической нейтрализации листа бумаги перед его прикосновением с другими частями принтера, например с направляющими валиками.

Итак, на листе бумаги "рассыпан" тонер, который представляет собой изображение. Тонер имеет вид порошка, и даже небольшое воздействие может разрушить изображение. Для

закрепления тонера на листе бумаге этот лист прокатывается между двумя валиками, нагретыми до 200°С. Такой нагрев приводит к плавлению частиц тонера и прилипанию к волокнам бумаги. Когда процесс печати завершен, лист бумаги "выползает" из принтера.

Струйные принтеры

Процесс интерпретации данных при струйной печати в основном подобен аналогичному процессу при лазерной печати. Основное различие заключается в меньшем объеме памяти и менее мощной вычислительной системе, чем в лазерных принтерах. Именно это различие помещает струйные принтеры в разряд устройств более низкого класса и с более низкой ценой. Уменьшение установленной в принтере памяти приводит к тому, что в таких принтерах используются буферы полосы вместо буферов целой страницы. Однако существуют и старшие модели струйных принтеров, у которых объем памяти и вычислительные средства не ниже, чем у лазерных принтеров.

Основное различие между струйными и лазерными принтерами состоит в процессе формирования изображения на листе бумаги. Технология, используемая в струйных принтерах, намного проще, чем в лазерных; для нее необходимы менее дорогостоящие материалы. Вместо сложного процесса, при котором тонер помещается на барабан, а затем переносится на бумагу, в струйных принтерах жидкие чернила распыляются непосредственно на бумагу в те места, где в лазерном принтере формируется массив из точек. Упрощение процесса печати и уменьшение механизма печати делает практически идеальным применение технологии струйной печати в портативных принтерах.

На сегодняшний день существует два основных типа струйной печати: термическая и пьезоэлектрическая. Эти термины описывают технологию разбрызгивания чернил из картриджа через сопла. Картридж состоит из резервуара с жидкими чернилами и небольшими (около одного микрона) отверстиями, сквозь которые чернила выталкиваются на бумагу. Количество отверстий зависит от разрешения принтера и может колебаться от 21 до 128 отверстий на один цвет. В цветных принтерах используются четыре резервуара с различными цветными чернилами (голубой, пурпурный, желтый и черный). При смешивании этих четырех цветов можно воспроизвести практически любой цвет. В некоторых моделях принтеров используется один картридж с тремя резервуарами с цветными чернилами (голубой, пурпурный и желтый).

Термическая струйная печать. При термической струйной печати чернила в картридже нагреваются до температуры 400°С. При этом чернила закипают и образуется чернильный пар. Давление в резервуаре возрастает, и через сопла чернила небольшими каплями распыляются на бумагу.

Термический тип — первый в технологии струйной печати — остается и по сей день достаточно популярным. Этот тип печати часто называют "пузырьковая печать" — из-за пузырьков, появляющихся при кипении чернил.

Пьезоэлектрическая струйная печать. Этот тип струйной печати относительно новый по сравнению с термической печатью и обладает несколькими явными преимуществами. Вместо нагревания в этих принтерах используется электрический заряд пьезоэлектрических кристаллов внутри отверстий в картридже. Эти кристаллы изменяют свою форму в результате электрического воздействия, проталкивая чернила сквозь отверстия.

Изменение температурного режима в процессе струйной печати обеспечило следующие преимущества. Во-первых, уменьшение температуры позволило подобрать такой состав чернил, при котором они не будут растекаться и мазаться. Подобрать состав чернил, сохраняющий свои свойства при высокой температуре, очень сложно. Во-вторых, срок службы распыляющих отверстий при высокой температуре сокращается.

Ограничения струйной печати. Поскольку невозможно создать точку с помощью жидких чернил, идентичную точке, созданную с помощью тонера лазерного принтера, струйные принтеры имеют меньшее разрешение, чем лазерные. По этой же причине струйные принте-

ры работают намного медленнее лазерных. Скорость печати некоторых старших моделей лазерных принтеров составляет 16 страниц в минуту и больше, а скорость печати струйных принтеров достигает максимум 8 страниц в минуту.

Наибольшая проблема большинства струйных принтеров — размазывание чернил на стандартной бумаге. Чтобы частично разрешить эту проблему, можно использовать, например, специальные сорта бумаги, отличные от тех, которые применяются при печати на лазерных принтерах.

Матричные принтеры

Несколько лет назад матричные принтеры были самыми популярными из-за их небольших размеров, низкой стоимости и довольно высокой надежности. Однако после снижения цены на лазерные принтеры и появление струйных принтеров рынок матричных принтеров стал катастрофически уменьшаться. Несмотря на то, что они все еще прекрасно справляются со своими задачами, в работе они слишком "шумные", печатают с низким качеством и часто заминают бумагу.

Матричные принтеры, в отличие от лазерных и струйных, не формируют страницу документа. Они работают, в основном, с потоком ASCII-символов, и, следовательно, не требуют большого объема памяти. Скорость работы матричных принтеров измеряется в символах в секунду, а не в страницах в минуту. Процесс печати матричного принтера предельно прост. Для этого не нужно применять сложные языки описания страницы, например, такие как PCL или PostScript. Поток данных, исходящих из компьютера, содержит последовательности escape-символов и используется для установки основных параметров принтера, таких как размер страницы и качество печати. Все сложные процессы формирования управляющих кодов принтера выполняются на компьютере.

В матричный принтер бумага помещается в вертикальный лоток и перемещается построчно с помощью валиков. Печатающая головка перемещается горизонтально по специальной направляющей. Печатающая головка содержит матрицу из металлических игл (чаще всего состоящую из 9 или 24 игл), которые выдавливают изображение на бумаге. Между иглами и бумагой расположена красящая лента, как на печатной машинке. Иглы (через ленту) создают ряд небольших точек, формируя таким образом изображение на бумаге. При печати графических изображений на матричных принтерах невозможно достичь высокого качества, поэтому такие принтеры в основном используются для печати текстовых документов.

При печати практически на всех матричных принтерах можно использовать как отдельные листы, так и рулоны бумаги. Не все лазерные и струйные принтеры могут "похвастаться" такими возможностями. Поскольку матричные принтеры — это принтеры ударного воздействия (т.е. между головкой принтера и бумагой существует контакт), с использованием дополнительных материалов на них можно печатать одновременно несколько копий, а не последовательно, как на лазерном или струйном принтере. В настоящее время матричный принтер в "классическом офисе" встречается довольно редко — его заменил струйный или лазерный принтер. Единственное место, где матричные принтеры еще не сдали позиций, — это банки и сфера торговли.

Цветная печать

Цветной принтер становится неотъемлемым атрибутом профессионального дизайнера, художника или конструктора. Упрощение технологии струйной печати привело к тому, что практически все производители стали выпускать недорогие модели цветных принтеров. Эти принтеры ориентированы в основном на рынок домашних и офисных компьютеров.

Существует несколько различных типов цветных принтеров, большинство их которых являются адаптацией существующей монохромной технологии. Как правило, в цветных прин-

терах используется несколько цветов (обычно — четыре). В цветных струйных принтерах используется четыре резервуара с цветными чернилами, а в лазерных принтерах — четырехцветный тонер. Как и при цветной офсетной печати, на цветном принтере можно создать практически любой цвет с помощью смешивания в определенных пропорциях четырех основных цветов — голубого, пурпурного, желтого и черного. Эта четырехцветная модель печати называется *цветовой моделью CMYK*. В некоторых недорогих моделях принтеров используется три цвета (без черного). В этих принтерах черный цвет эмулируется комбинацией в максимальной пропорции трех цветов. Однако в результате получается черный цвет, но не такой, какой можно получить с помощью чисто-черной краски.

В большинстве цветных принтеров для получения желаемого цвета нельзя просто смешать цвета, как художник смешивает краски. Вместо этого принтер печатает цвета отдельно. Например, струйный принтер печатает узор из неперекрывающихся точек, в котором каждая точка печатается отдельным цветом. Количество точек одного цвета в узоре определяет результирующий цвет. Процесс создания определенного цвета подобен созданию изображения на экране монитора — для формирования необходимого цвета используются три отдельные точки: красный, зеленый и синий пиксели.

Разрешения некоторых цветных принтеров не достаточно для качественного отображения деталей изображения. При печати на таком принтере можно увидеть отдельные точки. Кумулятивный эффект (отдельные точки изображения сливаются в единую картину) проявляется только при просмотре напечатанного изображения на относительно большом расстоянии от глаз. При приближения становятся заметными отдельные точки.

Для цветной печати необходим сложный язык для связи принтера и компьютера. Изначально возможностями цветной печати обладал язык PostScript. Версия языка PCL 5 с поддержкой цвета, названная PCL 5c, впервые была представлена фирмой Hewlett Packard в 1994 году. Несмотря на поддержку цвета в основных языках описания страниц, многие производители принтеров используют собственные технологии (выпускают собственные драйверы).

В настоящее время создано много программ, которые могут выполнять цветную печать. Настоящим тестом для любого принтера является печать фотографий. Например, для печати диаграмм из программы электронных таблиц можно использовать практически любые цвета, чего не скажешь о воспроизведении фотографии с "узнаваемыми" цветами. В некоторых принтерах для качественной фотографической печати используются шесть цветов вместо четырех. Если вы желаете получить качество печати иллюстрированного полноцветного журнала, то струйный принтер здесь будет бессилен. В данном случае необходимо использовать другие методы печати.

При сравнении цветной и монохромной печати используют два важных параметра: скорость печати и стоимость. В цветных принтерах меньшая скорость печати обеспечивает лучшее качество. Это утверждение можно применить к большинству струйных принтеров. Поэтому всегда разделяйте цветные и монохромные задания печати на струйном принтере. Тогда, например, пользователю для печати одностраничного письма не нужно будет ожидать, пока напечатается полноцветный материал для презентации.

Стоимость цветных принтеров лежит в пределах от нескольких сотен до нескольких тысяч долларов. Однако существует еще один аспект стоимости печати — это стоимость расходных материалов. При монохромной печати одного картриджа с чернилами или картриджа с тонером достаточно для печати нескольких тысяч страниц. При этом стоимость картриджа относительно невелика.

Иначе обстоят дела с цветной печатью. Чаще всего стоимость цветного отпечатка намного больше монохромного. В зависимости от типа используемой технологии печати для принтера необходимы специальные сорта бумаги, которые дороже обычной бумаги. Кроме того, дороже стоят цветные картриджи с чернилами или тонером. Стоимость печати страницы

также зависит от количества используемых цветов, например стоимость печати фотографии будет намного дороже, чем диаграммы.

Теперь перейдем к рассмотрению существующих технологий цветной печати.

Цветные струйные принтеры

Проще и дешевле всего напечатать цветной документ на цветном струйном принтере. Практически все существующие на сегодняшний день струйные принтеры обладают возможностями цветной печати. В таких принтерах используются два картриджа — один с черными чернилами, а другой содержит остальных три цвета. Достоинство такого конструктивного исполнения — упрощенная процедура замены картриджа, а недостаток — увеличение стоимости цветного картриджа (в случае, если один цвет закончился раньше остальных). В некоторых моделях принтеров (таких, например, как HP DeskJet) используется отдельный резервуар для каждого цвета, что снижает стоимость печати.

Возможности струйных принтеров соответствуют их цене. Низшие модели обычно печатают с разрешением 150–300 dpi, поддерживают один размер бумаги и печатают со скоростью 2–3 страницы в минуту. Высшие модели имеют более высокие цену, разрешение и скорость печати, а также могут поддерживать несколько размеров бумаги. Некоторые специализированные струйные принтеры могут печатать на бумаге до 1 м шириной.

Существует еще одна разновидность струйных принтеров — твердые струйные принтеры. В этих принтерах вместо жидких чернил используются твердые стержни. Эти принтеры намного дороже обычных струйных принтеров, однако они более точно воспроизводят цвета, напечатанное изображение менее подвержено размазыванию, и, кроме того, в них можно использовать практически любой тип бумаги.

Цветные лазерные принтеры

Цветные лазерные принтеры — относительно "молодые" устройства; они работают по принципу, описанному выше. Для данного типа печати используется та же технология печати, что и в монохромных моделях, только вместо одноцветного тонера используется четырехцветный. Цветные лазерные принтеры печатают не все цвета одновременно, как, например, струйные принтеры, а только один. Это объясняется наличием только одного фоточувствительного барабана; одна страница печатается за четыре прохода.

В цветном лазерном принтере используется очень сложный механизм подачи бумаги. В монохромной печати необходимо обеспечить одинаковую скорость поворота барабана и подачи бумаги. А в цветной печати необходимо вернуть напечатанный лист и повторить процесс печати четыре раза. Кроме обеспечения одинаковых скоростей вращения барабана и подачи бумаги, необходимо также правильное позиционирование листа для точной приводки цветов.

В некоторых моделях принтеров происходит "смешивание" четырех цветов тонера на барабане (т.е. барабан совершит несколько поворотов для нанесения всех цветов тонера) перед переносом его на бумагу. В любом случае, после переноса на бумагу всех цветов тонера лист бумаги попадает в блок закрепления — разогретые валики. Цветная лазерная печать — самая качественная технология печати. Несмотря на постоянное снижение цены на цветные лазерные принтеры, их стоимость все еще довольно высока. Однако скорость печати таких принтеров невысокая. Это связано с тем, что для создания готового изображения барабан должен сделать несколько оборотов.

Цветные сублимационные принтеры

Цветовая сублимация (или *термическая передача цвета*) — это технология печати, в которой используется лента с четырьмя красками, нагреваемыми принтером практически до газообразного состояния. Перед наложением на бумагу краски смешиваются, образуя необходимый цвет. Такие типы принтеров могут воспроизводить 256 оттенков каждого из четырех

цветов, таким образом цветовая палитра достигает 16,7 млн цветов. В результате на таком принтере можно получить фотографическое качество печати.

Несмотря на превосходное качество печати, сублимационные принтеры достаточно медленно печатают и дорого стоят. Кроме того, для них необходим специальный тип бумаги, а также не стоит забывать и о стоимости картриджа! Цветные сублимационные принтеры совместимы с термическими принтерами с нанесением воска, хотя это совершенно различные технологии цветной печати. Некоторые производители принтеров выпускают модели, поддерживающие эти две технологии. Это позволяет использовать термическую технологию с нанесением воска (которая более дешевая) для повседневной печати, а цветную сублимационную технологию для окончательной печати или других "критических" видов печати.

Термические принтеры с нанесением воска

В термических принтерах с нанесением воска используются чернила на основе воска, подобные твердым чернилам. Эти чернила перед нанесением на бумагу необходимо расплавить. Данный процесс печати осуществляется быстрее, чем процесс сублимационной печати, кроме того, при этом не требуются специальные сорта бумаги. Качество печати такого принтера выше, чем у других типов струйных принтеров.

Выбор типа принтера

На рынке существуют тысячи моделей принтеров, и вы можете потратить много времени при подборе модели, которая удовлетворит вашим требованиям. Кроме ценового фактора, существует много критериев, по которым можно выбрать принтер. Некоторые вопросы выбора принтера обсуждаются далее в этой главе.

Какой принтер?

Прежде чем приобрести принтер, необходимо для себя сформулировать все требования, которым он должен удовлетворять. При использовании принтера дома можно вполне обойтись обычным струйным принтером с возможностями цветной печати. Если же вам необходимо высокое качество документов, обратите внимание на лазерные принтеры.

Для использования принтера в офисе, прежде всего, необходимо решить, нужна ли цветная печать, например, для диаграмм и презентаций. Кроме того, необходимо оценить количество пользователей принтера. Например, нужно определить, что лучше, купить два принтера со скоростью печати 8 страниц в минуту и установить их в разных частях офиса или один принтер со скоростью печати 16 страниц в минуту и установить его в центре офиса?

Многофункциональные устройства

Иногда для делового применения вместо принтера и дополнительных устройств дешевле приобрести одно многофункциональное устройство. В настоящее время на рынке существует несколько моделей подобных устройств.

Факс-модем/сканер/принтер. Устройства, совмещающие свойства факса и принтера, становятся все более популярными. Такое устройство чаще всего состоит из лазерного или струйного принтера, факс-модема и сканера, объединенных в одном модуле. Вы можете использовать такое устройство для печати документов, отправки и приема факсов, сканирования документов или создания копий документов.

Конечно, вы можете вместо одного устройства приобрести три, однако комбинация трех устройств в одном модуле гарантирует нормальную совместную работу, в то время как модем, принтер и сканер необходимо настраивать отдельно. К недостатку многофункционального устройства можно отнести невозможность модернизации элементов, например, нельзя установить более быстрый модем.

Принтер/копировальная машина. Как уже упоминалось в этой главе, принтеры и копировальные машины работают по одному принципу, и некоторые производители используют это в многофункциональных устройствах. По существу, такое устройство представляет собой копировальную машину и вычислительный модуль, используемый для печати документов, память и сетевой адаптер.

Мода на многофункциональные устройства обошла стороной цветные принтеры. Это связано с высокой стоимостью цветных лазерных принтеров и недостаточным качеством печати цветных струйных принтеров.

Скорость печати

Скорость печати лазерных и струйных принтеров измеряется в *страницах в минуту* (*pages per minute — ppm*), а матричных принтеров — в *символах в секунду* (*characters per second — cps*). Увеличение скорости печати и разрешения приводит к увеличению стоимости принтера. Для домашнего принтера параметр скорость печати не имеет особого значения, в то время как аналогичный параметр набирает вес при использовании принтера в офисе, особенно если этим принтером пользуются несколько сотрудников.

Типичный "домашний" лазерный или струйный принтер печатает со скоростью 4 страницы в минуту. Печатающие устройства, предназначенные для работы в офисе, могут печатать со скоростью 16 и более страниц в минуту (параметры приведены для монохромной печати). Как правило, цветная печать выполняется намного медленнее. Обычно производитель принтера указывает максимальную скорость печати устройства. Реальная скорость печати зависит от заполнения страницы — добавление графики или использование нескольких шрифтов приводит к замедлению печати.

Еще одним важным параметром, связанным со скоростью печати, является *цикл загрузки* — количество страниц, которое принтер напечатает за определенный промежуток времени (чаще всего — за месяц). Например, лазерный принтер HP LaserJet 5 со скоростью печати 12 страниц в минуту имеет цикл загрузки 35 000 страниц в месяц, в то время как принтер HP LaserJet 6L (разработанный для персонального использования) со скоростью печати 6 страниц в минуту имеет цикл загрузки 6 000 страниц в месяц. Существует правило: уменьшение скорости печати принтера приводит к уменьшению его цикла загрузки. Предположим, вы приобрели принтер HP LaserJet 6L и собираетесь печатать 20 000 страниц в месяц. Можно с уверенностью сказать, что выбор принтера сделан неверно. Снижая затраты при покупке принтера, вы увеличиваете затраты на техническое обслуживание и ремонт, поскольку выбранный принтер не рассчитан на такую месячную нагрузку.

Типы бумаги

Существует еще один важный фактор оценки принтера — это тип используемой бумаги. Под типом бумаги понимают не только специальные сорта бумаги для печати на струйных или других типах принтеров, но и размер бумаги, а также ее плотность. Практически все принтеры работают со стандартными размерами бумаги Letter ($8^1/_2$×11") в США и A4 (210×297 мм) в Европе, кроме этих размеров, поддерживается еще несколько других форматов бумаги.

Кроме типа бумаги, необходимо выяснить, как работает принтер с несколькими форматами бумаги. В некоторых принтерах встроено несколько лотков для бумаги, причем некоторые из них могут использоваться для нескольких типов. При выборе офисного принтера обратите внимание на количество лотков для бумаги.

При покупке принтера выясните, можно ли при печати использовать плотные сорта бумаги и конверты. Печать на плотной бумаге будет выполняться правильно в том случае, если в принтере есть специальный лоток, а в процессе печати бумага из этого лотка не сгибается в принтере. Возможность печати на конвертах иногда реализуется в виде дополнительного модуля.

Стоимость расходных материалов

Как указывалось выше в этой главе, стоимость расходных материалов самый важный параметр при выборе принтера. В расходные материалы — это бумага, средства цветопередачи (картридж с тонером, чернильный картридж или красящая лента) и даже мощность, потребляемая принтером.

Для каждого типа принтера необходим специальный тип бумаги. Естественно, что эта бумага дороже обычной. В лазерных принтерах можно использовать несколько сортов бумаги, тогда как для струйного принтера (что еще важно для цветного струйного принтера) необходим определенный сорт. Выбор бумаги определяется качеством печатаемых документов: для внутреннего использования можно применять более дешевые сорта бумаги, а для других типов печати нужно подобрать бумагу получше.

Определив средство цветопередачи, необходимо посчитать его "цену за лист", разделив стоимость картриджа на количество листов бумаги, на которой вы собираетесь печатать, используя этот картридж. Как и скорость печати, этот параметр зависит от заполнения листа. При печати графических изображений расходуется больше тонера или чернил.

В лазерных принтерах цена тонера зависит от модели используемого картриджа. В некоторых принтерах в картридж с тонером установлен фоточувствительный барабан и блок распределения тонера, что приводит к увеличению его стоимости.

Не нужно выбрасывать использованный картридж лазерного или струйного принтера. Поищите в местной компьютерной прессе фирмы, которые занимаются восстановлением использованных картриджей. Восстановленный и заправленный картридж (в нем также очищают фоточувствительный барабан) можно использовать несколько раз и тем самым сэкономить значительные средства.

Кроме стоимости материалов для печати, при выборе принтера необходимо обратить внимание на потребляемую мощность, а также существующие режимы работы. Самые последние модели принтеров поддерживают расширенную систему управлением питанием и при длительном бездействии переходят в режим пониженного потребления энергии. Не забывайте, что, кроме экономии собственных средств, вы сохраняете окружающую среду.

Установка принтера

После физического подключения принтера к параллельному или последовательному порту компьютера можно проверить его работоспособность, отправив на него обычный ASCII-текст. Это можно выполнять, даже не устанавливая драйверы принтера, а введя в командной строке DOS следующую команду: **dir > LPT1**.

Знак ">" в этой команде означает направление вывода содержимого текущего каталога на параллельный порт компьютера. Подключенный к этому порту принтер начнет печатать список в формате страницы, установленном по умолчанию.

Вы также можете отправить на печать текстовый файл с помощью следующей команды: **copy readme.txt > LPT1**. При выполнении этой команды файл `readme.txt` будет напечатан, однако для управления процессом печати и настройки параметров необходимо установить драйвер принтера. Этот способ можно использовать только для тестирования работоспособности принтера.

Драйверы DOS

Многие программы DOS не используют драйверы принтера, а полагаются на возможности принтера и ASCII-символы, которые представляют собой последовательность управляющих кодов. В больших приложениях, таких как текстовые редакторы и электронные таблицы, используются драйверы для определенных принтеров. Обычно тип принтера выбирается при установке приложения.

Лишь в немногих приложениях DOS (например, в текстовом редакторе WordPerfect) обеспечивается поддержка большого числа моделей принтеров. В настоящее время ведущие разработчики программного обеспечения практически прекратили создание приложений для DOS, поэтому задумываться о поддержке принтеров в таких приложениях не стоит.

Если вашего принтера нет в списке поддерживаемых приложением DOS устройств, попробуйте установить принтер аналогичной модели, который поддерживает тот же язык описания страниц, что и ваш принтер. Например, драйвер принтера LaserJet III будет функционировать с любым принтером из семейства LaserJet III, поскольку все эти модели используют язык PCL 5. Для принтера LaserJet III также можно использовать драйвер любого из принтеров семейства LaserJet 4 или LaserJet 5. Это возможно вследствие обратной совместимости этих моделей принтеров с принтером LaserJet III.

При выборе общего драйвера вы не получите доступ к особым свойствам принтера (например, нельзя будет печатать с верхнего лотка с бумагой, или же вы не сможете печатать с разрешением 600 dpi на принтере LaserJet 5 с драйвером, поддерживающим язык PCL 5 (для этого необходимо обеспечить поддержку языка PCL 5e)).

Драйверы Windows

Драйверы принтеров в Windows отличаются от драйверов принтеров в DOS тем, что они являются частью операционной системы, а не частью приложения. При такой организации можно найти драйвер практически к любой модели принтера. Поддержка принтера одной модели в операционных системах Windows 3.1*x*, Windows 9*x* и Windows NT реализуется поразному: необходимо устанавливать драйвер принтера для данной системы. Процесс установки драйвера принтера в этих операционных системах практически одинаков: необходимо выбрать производителя и модель принтера, а затем назначить порт, к которому он подключен.

Во всех операционных системах Windows в окне Панель управления (Control Panel) есть пиктограмма Принтеры (Printers). С помощью этой пиктограммы устанавливаются все локальные, сетевые и даже те принтеры, которые физически не подключены к компьютеру.

При установке принтера, который поддерживает несколько языков описания страниц, необходимо установить драйвер для каждого поддерживаемого языка (обычно — PostScript или PCL). После этого необходимо выбирать соответствующий драйвер для печати документа.

Если ваш компьютер подключен к локальной сети, то необходимо установить драйверы всех принтеров, к которым можно получить доступ посредством сети. С помощью пиктограммы Принтеры в окне Панель управления можно просмотреть ресурсы сети и установить соответствующие драйверы принтеров.

Иногда при печати вы можете столкнуться с такой ситуацией: при выборе команды Печать документ не будет напечатан. Это может произойти, например, в такой ситуации: в процессе допечатной подготовки публикации вы устанавливаете драйвер фотонаборного автомата, который физически расположен в сервисной фирме. Готовые документы вы распечатываете на этом "принтере" и в виде файла печати приносите в сервисную фирму.

Коды языка описания страниц создаются драйвером принтера и имеют вид простого текста ASCII, что позволяет сохранять их в обычном файле. Все драйверы принтеров Windows и большинство драйверов DOS позволяют в качестве выходного устройства использовать файл, а не только параллельный или последовательный порт. При печати в файл система предложит вам выбрать его имя и расположение.

После этого вы можете перенести указанный файл на тот компьютер, к которому физически подключен принтер, с помощью стандартных средств: дискета, модем или любой другой носитель. Затем скопируйте этот файл с помощью команды `copy` в порт, к которому подключен принтер. Принтер немедленно начнет печатать документ, хотя приложение, с помощью которого был создан документ, может быть даже не установлено на этом компьютере.

Установка драйверов Windows 9*x*. В операционных системах Windows 9*x* и Windows NT есть программа — мастер установки принтера, которая упрощает это процесс. Аналогичная программа имеется также в системе Windows 3.1*x*. Для установки локального или сетевого принтера дважды щелкните на пиктограмме Установка принтера (Add Printer) в окне Принтеры (Printers). Появится первое диалоговое окно Мастер установки принтера, как на рис. 14.5.

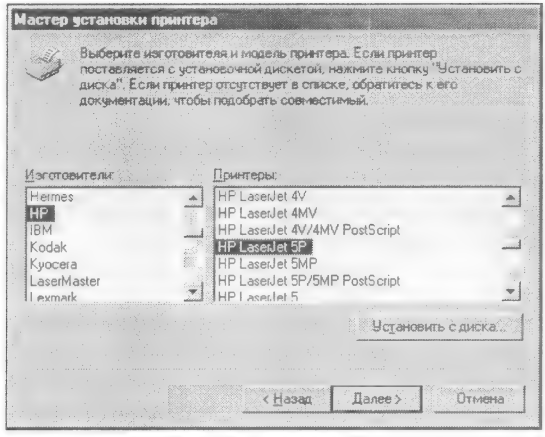


Рис. 14.5. Диалоговое окно Мастер установки принтера *в Windows 98*

В поставку операционной системы входит огромное количество моделей принтеров. Если вашего принтера в списке нет, щелкните на кнопке Установить с диска (Have Disk) и укажите путь к драйверу принтера, который предоставляет производитель принтера.

После выбора модели принтера необходимо выбрать порт, к которому физически подключен принтер. Для этого в диалоговом окне мастера установки принтера выделите один из доступных COM- или LPT-портов (рис. 14.6). Кроме порта, можно выбрать параметр FILE, что позволит создавать файл печати.

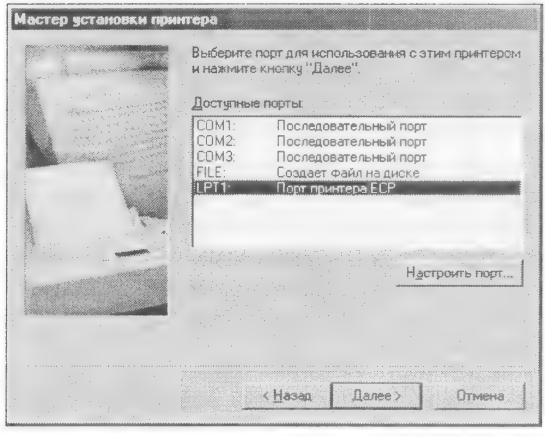


Рис. 14.6. Выбор порта при установке принтера

При инсталляции принтера вы можете установить возможность печати из приложений DOS. В этом случае все потоки данных в порт LPT1 будут перенаправляться драйверу принтера. Аналогичную поддержку печати из DOS можно установить и для сетевого принтера.

После установки принтера новая пиктограмма принтера появится в окне Принтеры. Один из имеющихся в системе принтеров является установленным по умолчанию. Установленный принтер становится доступен всем приложениям Windows, и, кроме того, вы можете изменять его параметры.

Конфигурация драйвера принтера в Windows 9x. Диалоговое окно свойств принтера состоит из нескольких вкладок, в которых можно изменять определенные группы параметров. Количество вкладок и находящиеся в них параметры зависят от типа установленного принтера, однако практически для всех моделей принтеров существует одинаковый набор параметров. Чаще всего это — размер и ориентация бумаги, выбор лотка с бумагой, количество копий.

Многие драйверы принтеров позволяют управлять печатью графики и шрифтов. Во вкладке Графика окна свойств принтера LaserJet 5P содержатся следующие параметры.

- *Разрешение*. Позволяет выбрать разрешение, поддерживаемое принтером. Низкое разрешение обеспечивает более быструю скорость печати и меньший объем памяти.
- *Передача полутонов*. Позволяет выбрать тип передачи полутонов для цветного или полутонового изображения. Комбинация этого параметра с разрешением позволяет добиться наилучшего качества печати изображений.
- *Интенсивность*. Позволяет управлять интенсивностью графического изображения в печатаемом документе.
- *Графический режим*. Позволяет выбрать способ растеризации графических изображений — на принтере или на компьютере.

Во многих драйверах принтеров в окне свойств имеется вкладка Шрифты, с помощью которой можно управлять печатью шрифтов TrueType.

- *Загрузить шрифты TrueType в виде контурных шрифтов*. Драйвер принтера будет загружать в принтер контуры шрифтов, и принтер будет самостоятельно выполнять их растеризацию. Этот параметр чаще всего обеспечивает наилучшую производительность печати.
- *Загрузить шрифты TrueType в виде растровых шрифтов*. Драйвер принтера будет загружать уже растеризованные на компьютере шрифты в принтер. Данный параметр немного замедляет скорость печати, но зато при этом необходим меньший объем памяти принтера.
- *Печатать шрифты TrueType в виде графики*. Драйвер принтера загружает растеризованные компьютером шрифты в принтер в виде графики. Это самый медленный тип печати, но установка данного параметра позволяет устранить некоторые проблемы, возникающие при печати документов.

Во вкладке Параметры устройства можно установить следующие параметры.

- *Качество печати*. Позволяет установить качество печати текста документа. Меньшее значение увеличивает скорость печати, но при этом текст выглядит "грубо".
- *Память принтера*. Позволяет установить объем памяти, установленной в принтере. При увеличении объема памяти, необходимо изменить значение этого параметра.
- *Контроль за использованием памяти принтера*. Позволяет управлять использованием памятью принтера. При печати драйвер принтера вычисляет необходимый объем памяти и сравнивает его с установленным в принтере. Если вычисленный объем памяти

превышает установленный, то печать прекращается и генерируется сообщение об ошибке. При появлении ошибки, связанной с нехваткой памяти, попробуйте изменить параметры разрешения, передачи графики и шрифтов.

Совместное использование принтера. В системах Windows 9*x* и Windows NT можно разрешить совместное использование принтера в локальной сети. Для этого активизируйте вкладку Доступ (Sharing) в диалоговом окне свойств принтера (рис. 14.7), установите переключатель Общий ресурс (Share As) и заполните поля в этой вкладке. После выполнения этих действий принтер будет доступен пользователям локальной сети.

Прежде чем печатать на принтере в сети, вначале нужно его установить. Для этого пиктограмму принтера можно перетащить из папки Сетевое окружение (Network Neighborhood) на пиктограмму Установка принтера в окно Принтеры. По двойному щелчку на сетевом принтере, не установленном в вашей системе, появится окно, в котором будет предложено вначале установить принтер, а затем его использовать. Если пробная страница была напечатана корректно, установку принтера можно считать завершенной.

Драйверы принтеров в Windows NT. В операционной системе Windows NT 4.0, в отличие от Windows 9*x*, при установке принтера устанавливается несколько драйверов для нескольких операционных систем. При совместном использовании принтера, подключенного к компьютеру с операционной системой Windows NT, во вкладке Доступ нужно выбрать поддерживаемые операционные системы (рис. 14.8).

При установке сетевого принтера на компьютере с системой Windows 9*x* будет установлен драйвер, соответствующий установленной операционной системе. Windows NT "подберет" необходимый драйвер.

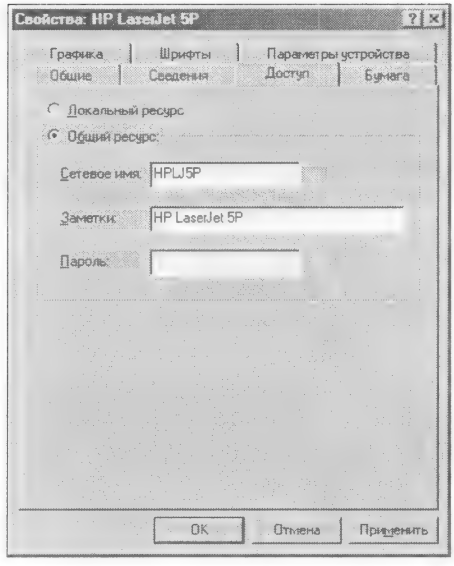


Рис. 14.7. Вкладка Доступ в окне свойств принтера

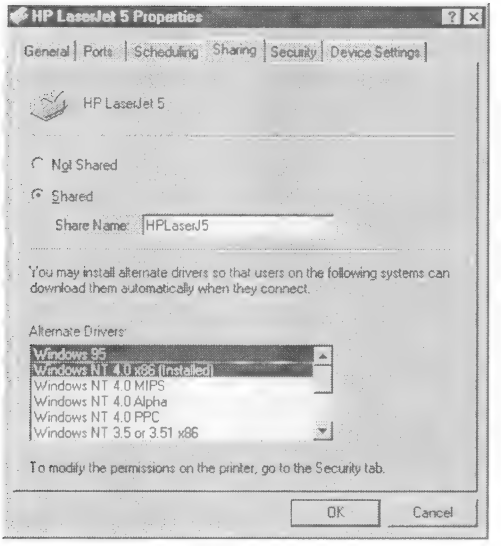


Рис. 14.8. В Windows NT предлагается несколько драйверов принтера для нескольких операционных систем

Профилактическое обслуживание

Принтеры традиционно считаются одними из самых "неблагополучных" устройств, поскольку именно в них содержится самое большое количество механических компонентов, по сравнению с другими элементами компьютера. Различное качество используемых расходных материалов увеличивает частоту появления неисправностей, поэтому принтер, как никакое другое устройство, требует к себе самого пристального внимания.

Профилактическое обслуживание принтера практически не отличается от обслуживания других компонентов компьютера. Выполняя своевременную очистку и соблюдая необходимые условия эксплуатации, вы продлите жизнь принтера, и качество печати останется практически неизменным.

Лазерные и струйные принтеры

Для лазерных принтеров самой лучшей профилактикой будет своевременная замена картриджа с тонером. Хорошо, если в вашей модели принтера при замене картриджа заменяется фоточувствительный барабан и блок распределения тонера. Если же вы заменяете только резервуар с тонером, не забудьте выполнить очистку тех элементов, которые соприкасаются с тонером. Для этого необходимо использовать специальные салфетки и руководствоваться рекомендациями производителя, которые можно найти в документации к принтеру. В поставку некоторых принтеров входит специальная кисточка для очистки.

Внимание!

Тщательно выполняйте инструкции производителя принтера при проведении профилактических работ. Не забудьте выключить устройство из сети, помните также о том, что нельзя прикасаться к некоторым элементам (например, к фоточувствительному барабану). Кроме того, не забывайте, что блок закрепления тонера работает при высокой температуре. Лучше всего приступать к профилактическим работам через 15 минут после выключения принтера из сети.

В большинстве струйных принтеров картридж конструктивно выполнен в виде резервуара с чернилами и элемента с соплами. При замене такого картриджа отпадает необходимость в очистке сопел от старых засохших чернил. При обслуживании термических принтеров также не забывайте, что внутри них используются нагревательные элементы.

Матричные принтеры

Матричные принтеры больше всех остальных типов принтеров "собирают" пыль и грязь. Это происходит вследствие физического контакта между красящей лентой и печатающей головкой, а также длительным перемещением бумаги в принтере. При работе принтера красящая лента постоянно перемещается для того, чтобы "свежая" часть находилась перед печатающий головкой. Такое перемещение ленты приводит к тому, что от ленты отделяются небольшие ворсинки в том месте, где вся краска уже использована. Эти ворсинки являются причиной заклинивания игл. Неработающую иглу заметить очень просто: при печати символов в них будут появляться "пустоты". Для предотвращения загрязнения необходимо использовать специальные типы красящей ленты.

Длительное нахождение бумаги в принтере создает дополнительные проблемы. Подача бумаги в матричном принтере осуществляется с помощью механизма подачи и отверстий в бумаге по краям. Правильное расположение отверстий в бумаге обеспечивает правильную ее подачу и меньшее загрязнение принтера. Если отверстия в нужном месте нет, то направляющие механизма подачи проделывают его. Естественно, частицы бумаги попадают внутрь принтера. Для удаления бумажной пыли из принтера необходимо воспользоваться пылесосом, а печатающую головку нужно регулярно протирать спиртовым раствором.

Выбор лучшего типа бумаги

Для печати в лазерных и струйных принтерах используется листовая бумага специального сорта. Основная проблема при печати на листах бумаги — это "заедание" бумаги и затор (подача в принтер нескольких листов одновременно). Для предотвращения подобных проблем необходимо использовать только ту бумагу, которая предназначена для данной модели принтера. Не пытайтесь печатать на твердом картоне, конвертах или пленках, если принтер не рассчитан для этого.

Производители принтеров указывают диапазон плотности бумаги, которая наилучшим образом подходит для печати на данном принтере. Правильно выбирая тип бумаги, вы получите наивысшее качество печати. Последствия использования неподдерживаемых типов бумаги могут быть просто катастрофическими (например, при печати на пленке последняя может расплавиться при закреплении тонера и извлечь расплавленную пленку из принтера будет очень сложно).

Причину частых заторов или "заедания" бумаги необходимо искать в бумаге. Повышенная влажность приводит к частым остановкам принтера, и, кроме того, на такой бумаге плохо закрепляется тонер. Всегда храните бумагу в прохладном и сухом месте. Это предохранит ее от коробления. Открывайте пачку бумаги только перед непосредственным ее использованием. Неплохо также перед помещением бумаги в лоток встряхнуть ее и перетасовать. Этими действиями вы предотвратите захват нескольких листов бумаги.

Наиболее общие проблемы принтеров

При регулярном выполнении профилактического обслуживания вы можете предотвратить сбои при печати. Для устранения неисправностей вначале необходимо определить их источник: приложения, драйвер принтера или сам принтер.

В большинстве случаев вы можете применить общую методологию поиска неисправностей. Например, если вы при печати тестовой страницы появляются те же проблемы, что и при печати документа, то вы можете исключить компьютер, драйвер и подключение принтера из списка

источников проблемы и начать тестировать принтер. Если при использовании нескольких драйверов появляются аналогичные проблемы, вероятно, драйвер "невиновен" (маловероятно, что производитель может допустить в двух версиях драйверов одинаковые ошибки).

Последовательность поиска — еще один важный фактор при устранении проблем. Если при печати одной страницы из десяти появляется проблема, вы можете исключить программное обеспечение из числа источников проблемы и начать тестировать аппаратное обеспечение — соединительный кабель и принтер.

В следующих разделах приведены самые характерные проблемы, связанные с печатью. Однако помните, что в основе некоторых проблем могут лежать несколько различных причин.

Кроме того, помните, что ни одна из описанных ниже процедур не заменит профилактических действий, описанных в документации к принтеру. Приведенные ниже рекомендации примите к сведению, а выполняйте действия, которые предлагает вам производитель принтера.

Проблемы аппаратного обеспечения принтера

Обычно такие проблемы аппаратного обеспечения принтера появляются вследствие неправильного использования расходных материалов — тонера и бумаги. Если тонер в картридже заканчивается или осел на внутренних элементах, то качество печати заметно ухудшится. Если же вы будете использовать влажную бумагу, то получите целый букет проблем. Вначале проверьте качество расходных материалов, а затем приступайте к поиску источника проблемы внутри принтера.

- *Размытая печать*. В лазерных принтерах неожиданное появление размытости, скорее всего, является результатом использования влажной бумаги. А в струйных принтерах такой дефект указывает на неправильный тип используемой бумаги.
- *Неоднородная плотность печати*. Если при печати на лазерном принтере появляются темные области на листе бумаги, то, скорее всего, это вызвано неравномерной подачей тонера на фоточувствительный барабан. Для устранения этой проблемы извлеките картридж из принтера и встряхните его. Аналогичные действия можно выполнить и в том случае, если принтер сигнализирует об окончании тонера. Если же при печати на листе постоянно появляются темные и светлые области, вероятно, это вызвано местом установки принтера (например, он установлен на наклонной поверхности и тонер в картридже скатывается к одному краю, или же проникающий яркий свет попадает в одном месте на фоточувствительный барабан. Не зря же в документации ко всем принтерам рекомендуется устанавливать их на плоской поверхности и не под прямыми солнечными лучами.
- *Загрязнение коротрона*. В лазерном принтере с помощью коротронов заряжается фоточувствительный барабан и бумага. Если передаточный коротрон (который заряжает бумагу) загрязнен тонером или частицами бумаги, то происходит неравномерный заряд бумаги, вследствие чего по всей длине страницы появляются белые линии. В картридже с тонером, кроме фоточувствительного барабана, чаще всего содержится зарядный коротрон. Простая замена картриджа устранит проблему белых линий. Можно также салфеткой протереть коротрон. При выполнении этой операции следуйте всем инструкциям производителя принтера. Передаточный коротрон "спрятан в недрах" принтера, поэтому его очистку лучше всего выполнять в сервисном центре.
- *Отчетливая вертикальная белая линия*. Если при печати появляется вертикальная белая линия и встряска картриджа с тонером не устраняет эту проблему, то, вероятно, причина кроется в загрязнении блока распределения тонера. Устранить эту проблему можно путем простой замены картриджа. Если же блок распределения тонера не встроен в картридж, его можно извлечь из принтера с помощью специальных инструментов и прочистить. Последовательность действий для выполнения этой операции должна быть приведена в документации к принтеру.

- *Периодически встречающиеся "пустоты"*. Если при печати на лазерном принтере появляются пустые места, то это может быть связано с наличием царапин либо других дефектов на фоточувствительном барабане или на валиках. Дефекты барабана отличаются большим размером от дефектов валиков. Для устранения этой проблемы извлеките картридж и протрите фоточувствительный барабан и валики. Помните, что в некоторых моделях принтеров очистка барабана и валиков может выполняться только в сервисном центре.
- *Серая печать или серый фон*. Если фоточувствительный барабан недостаточно заряжается или часть тонера остается на барабане, то напечатанные документы будут выглядеть тускло или же появится серый фон. Очистка фоточувствительного барабана (если позволяют конструктивные особенности принтера) полностью устраняет эту проблему. Если по прошествии некоторого времени снова появляется этот недостаток печати, то, вероятно, на барабан подается слишком большое количество тонера. Решить эту проблему можно в сервисном центре.
- *Незакрепленный тонер*. Если страница выходит из принтера с незакрепленным тонером, это значит, что температура закрепляющих валиков недостаточна для плавления тонера. Устранить эту проблему можно только в сервисном центре.
- *Сплошная вертикальная черная полоса*. Такая полоса говорит о том, что тонер в картридже заканчивается. Решить эту проблему можно путем встряхивания картриджа или его замены новым.
- *Частые заторы бумаги*. Механизм подачи бумаги в принтере состоит из нескольких элементов. Для решения этой проблемы необходимо определить место, где происходит затор. Чаще всего причиной "заедания" бумаги является влажная или мятая бумага, или же лоток не рассчитан на используемый формат бумаги.
- *Между печатаемыми страницами встречается пустая страница*. Чаще всего причиной этой ошибки может быть плохое качество бумаги, поэтому старайтесь придерживаться условий хранения, указанных на пачке с бумагой.
- *Переполнение памяти принтера*. Зачастую причиной этой ошибки может быть сложность печатаемого документа: большое количество шрифтов и графических изображений. Чтобы разрешить эту проблему, попытайтесь упростить документ или же установите в принтер дополнительный модуль памяти.

Проблемы подключения

- *Принтер печатает "тарабарщину"*. Если принтер начинает печатать "мусор", вероятно источник этой проблемы следует искать в языке описания страниц, т.е. при передаче данных произошел сбой. Например, задание печати для принтера PostScript должно начинаться с символов %!. Проверьте соединение между принтером и компьютером: вначале — разъем компьютера, затем — кабель, после этого — разъем принтера. Проверьте параметры порта компьютера, к которому подключен принтер. Последовательный порт должен быть сконфигурирован так: 8 бит данных, 1 стоповый бит, без проверки (8-N-1).
- *Принтер недоступен*. Когда операционная система Windows 9*x* не может отправить данные на принтер, она переводит драйвер принтера в автономный режим. В этом режиме можно продолжать печатать; все задания печати будут помещаться в спулинг печати. Вся очередь печати будет распечатана, когда принтер будет доступен. Принтер может быть недоступен вследствие неправильной конфигурации порта, повреждения кабеля или поломки.

- *Принтер не уведомляет Windows о проблемах с бумагой.* Эта ошибка связана с коммуникационными проблемами. Проверьте разъемы компьютера и принтера и протестируйте кабель. Некоторые производители рекомендуют использовать кабель, соответствующий стандарту IEEE 1284.
- *Разрыв соединения или частичная передача задания печати.* Такая проблема может появляться вследствие некачественного подключения принтера к компьютеру. Проверьте разъемы компьютера и принтера, протестируйте кабель, а также отключите все дополнительные устройства от порта принтера (если они подключены).
- *Порт занят или принтер переходит в автономный режим.* Эта ошибка появляется при использовании порта ECP. Для решения этой проблемы измените драйвер порта с помощью окна Панель управления (Control Panel) в Windows 9*x*.

Проблемы драйвера

Для того чтобы установить "вину" драйвера, перестаньте использовать этот драйвер. Затем протестируйте работоспособность принтера с помощью команды `DIR > LPT1` и установите новый драйвер. Рассмотрим наиболее общие проблемы при печати, связанные с драйвером принтера.

- *В принтер загружены все данные, но печать не начинается.* Это происходит, когда в буфер принтера помещена практически вся страница, а компьютер не передал команду начала печати. Чаще всего это происходит при печати из DOS. Для начала печати необходимо нажать соответствующую кнопку на панели управления принтера.
- *Некорректная печать шрифтов.* Практически во всех лазерных принтерах встроены наборы шрифтов, и по умолчанию многие драйверы принтеров используют их вместо шрифтов TrueType и PostScript Type 1, установленных на компьютере. Такое несоответствие шрифтов часто приводит к появлению ошибок при печати.

Программные проблемы

- *Ошибки полей печати.* Практически во всех лазерных принтерах со всех сторон листа имеются поля размером около 0,75 см, на которые не наносится тонер. Если установить размер полей, меньшим этого, при печати документа могут возникнуть проблемы. Одни принтеры могут проигнорировать данные в этой непечатаемой области, а другие сгенерируют ошибку. Размер этой непечатаемой области вы можете узнать из документации к принтеру.

Глава 15

Портативные компьютеры

С того времени, когда слово "портативный" означало "кейс с ручкой", портативные компьютеры, как и их настольные "собратья", очень изменились. Сегодняшние портативные системы могут конкурировать с настольными почти во всем. Многие компании предлагают их "мобильным" пользователям в качестве основных компьютеров. В этой главе описаны типы существующих портативных ПК и технологии, разработанные специально для использования в мобильных системах.

Первые портативные системы вмещались в обычный портфель и отличались от настольных главным образом тем, что все их компоненты помещались в одном корпусе. Среди первых производителей портативных компьютеров была фирма Compaq. Размер, вес и внешний вид таких компьютеров по сравнению с сегодняшними портативными системами могут показаться смешными, но в то время это было невероятным технологическим достижением. Их компоненты мало отличались от компонентов стандартных компьютеров. Конструктивный дизайн большинства современных портативных компьютеров подобен раскрывающейся раковине моллюска; это стало уже промышленным стандартом. Почти все их компоненты разработаны специально для использования в мобильных системах.

Размеры и возможности современных систем определяются огромным разнообразием их применений.

Размеры портативных систем

В настоящее время на рынке существуют портативные системы трех основных категорий: laptop (лэптоп), notebook (ноутбук) и subnotebook (суб-ноутбук). Их определения не очень четкие, основаны они, главным образом, на размере и весе; эти характеристики имеют прямое отношение к возможностям системы, поскольку, чем больше корпус, тем больше компонентов в него можно поместить. В следующих разделах описаны все три стандарта портативных систем.

Лэптоп (Laptop)

Так назывались первые портативные компьютеры. Сейчас лэптопами называют самые большие портативные системы. Типичный лэптоп весит больше 3 кг и имеет размер 9×12×2 дюймов (около 23×30×5 см); появление на рынке экранов больших размеров неизбежно приведет к увеличению размеров портативных компьютеров. Будучи когда-то самыми маленькими компьютерами, сейчас лэптопы становятся суперсовременными машинами, по своим возможностям и производительности сравнимыми с настольными системами.

Многие лэптопы представляются производителями или как замена настольных систем, или как переносные мультимедиа-системы для презентаций. Большие дисплеи, объем оперативной памяти более 16 Мбайт, жесткие диски емкостью от 2 Гбайт, накопители CD-ROM, встроенные динамики и порты для подключения внешнего дисплея, накопителей и звуковых систем — вот те компоненты, которые содержат многие современные системы.

Большинство лэптопов поставляется со стыковочным оборудованием, позволяющим применять их в качестве "домашней базы" — подключаться к компьютерной сети и использовать полноразмерные монитор и клавиатуру. Для постоянно разъезжающего человека это гораздо лучше, чем иметь отдельно настольную и портативную системы, требующие постоянной синхронизации данных. Хотя, конечно, за все приходится платить — стоимость самых мощных лэптопов сейчас более чем втрое превышает стоимость аналогичных настольных систем.

Ноутбук (Notebook)

Целью разработчиков портативных систем этого типа было создание компьютера, по всем параметрам меньшего, чем лэптоп. Ноутбуки весят 2–3 кг, они имеют меньший, чем у лэптопов, дисплей с меньшим разрешением и более ограниченными мультимедиа-возможностями (но не стоит считать эти машины слабыми). Жесткие диски и память многих из них не меньшие, чем у лэптопов, а некоторые даже содержат накопители CD-ROM и звуковые адаптеры.

Разработанный не как замена, а, скорее, как дополнение к настольной системе, ноутбук едва ли поразит вас своими возможностями, но зато станет полнофункциональным дорожным компьютером. Для ноутбуков существует большой выбор дополнительных устройств и аппаратных конфигураций, поскольку они предназначены для широкого круга пользователей — от профессионалов до торговых агентов, использующих самый минимум функций.

Суб-ноутбук (Subnotebook)

Суб-ноутбуки значительно меньше обоих своих собратьев. Весящий около 2 кг и толщиной меньше 2,5 см, суб-ноутбук прекрасно подойдет путешественнику, которому не нужны расширенные возможности больших и слишком тяжелых машин.

В конструкции суб-ноутбуков обычно отсутствует внутренний дисковод для гибких дисков, но иногда есть разъем для подключения внешнего дисковода. Накопителя CD-ROM и других громоздких компонентов в нем также нет, а вот большой высококачественный дисплей, солидное дисковое пространство и полноразмерная (по стандартам портативных ПК) клавиатура — для этих машин не редкость.

Существуют суб-ноутбуки, специально предназначенные для "крутых" покупателей (таких как высший управленческий персонал), которые используют в основном электронную почту и средства планирования и при этом хотят иметь легкую, изящную и впечатляющую систему.

Конструкции портативных систем

Свой вклад в создание маленьких и легких портативных компьютеров внесли разработчики компонентов настольных систем. Так, за последних несколько лет размеры жестких дисков портативных систем были уменьшены до 2,5″.

Проблемы питания и охлаждения элементов портативных компьютеров требуют специальных технологических решений. Такие устройства, как накопители CD-ROM и быстрые процессоры, невероятно увеличивают энергопотребление системы. Для сохранения энергии и продления жизни батареи необходимо выполнение следующих условий.

- *Снижение энергопотребления компонентов.* Почти все компоненты современных портативных систем потребляют меньшую мощность, чем аналогичные компоненты настольных ПК.
- *Повышение производительности источников питания.* Аккумуляторные батареи, сконструированные на основе новых технологий (например, литиевые батареи), хотя и не обеспечивают достаточной мощности для все более нагружаемых систем, но все же гарантируют стабильную и надежную подачу питания.

- *Управление энергопотреблением*. Время жизни батарей могут значительно подлить операционные системы и утилиты, отключающие отдельные системные компоненты, например временно не использующиеся дисковые устройства.

Еще одной серьезной проблемой является перегрев компонентов компьютера. Движущиеся части, например диски, при трении генерируют тепло, которое нужно как-то отводить. В настольных ПК для этой цели служат вентиляторы, которые работают непрерывно, охлаждая все содержимое системного блока.

Самым большим "преступником" здесь является системный процессор. Когда впервые появились процессоры Intel 80486 и Pentium, генерируемое ими тепло стало проблемой даже для настольных компьютеров. Стандартными компонентами большинства систем стали теплоотводы и миниатюрные вентиляторы, устанавливаемые сверху на процессоры.

Поскольку многие современные портативные системы предназначены для замены настольных, совершенно обоснованно их пользователи хотят иметь самые мощные процессоры, и поэтому микросхемы, используемые в таких системах, не уступают настольным ни в скорости, ни в производительности. Но стремясь уменьшить энергопотребление, шум и размеры, производители портативных ПК не устанавливают в них вентиляторы и, к тому же, оставляют внутри очень мало свободного пространства для вентиляции.

Пытаясь решить эту проблему, Intel разработала особый способ упаковки своих мобильных процессоров, который уменьшает выделение тепла. И все равно температура внутри портативных компьютеров всегда выше, чем у настольных, и потому остальные их компоненты разрабатываются более термостойкими.

Модернизация и ремонт портативных компьютеров

Большинство современных портативных систем можно модернизировать и ремонтировать точно так же, как и настольные. Фактически, благодаря модульным компонентам с защелкивающимися разъемами, заменить устройства в портативном компьютере даже проще, чем в настольном, поскольку отпадает необходимость в шлейфах, крепежной арматуре и отдельных электрических соединениях. Такая обычная модернизация, как добавление памяти или замена жесткого диска, выполняется за считанные секунды.

А вот тот факт, что в портативных компьютерах часто используются нестандартные компоненты, может при их замене оказаться проблемой. Рискованно покупать не предназначенные специально для вашей модели компоненты, за исключением плат PC Card, взаимозаменяемых по определению, и, иногда, жестких дисков.

В некоторых случаях проблемы совместимости возникают по очень простой причине. Производитель портативной системы должен втиснуть огромное количество оборудования в очень маленькое пространство, и новое устройство иногда просто не входит на место старого. Особенно часто такое происходит с устройствами, которые должны быть доступны снаружи (например, такое случается с накопителями CD-ROM или дисководами гибких дисков). А клавиатура и монитор, которые легче всего заменить в настольных ПК, встраиваются в корпус портативных систем, и поэтому зачастую их вообще нельзя удалить.

Бывает, что варианты модернизации намеренно ограничены параметрами в системной BIOS. Например, производитель может ограничить типы поддерживаемых системой жестких дисков, чтобы новый диск вы купили у него, а не у другого производителя. Поэтому, покупая компьютер, не забудьте выяснить у продавца, возможна ли замена BIOS и как дорого обойдется модернизация компонентов.

Как правило, при продаже компонентов указываются номера моделей систем, для которых они предназначены, даже если речь идет о компонентах сторонних производителей. Например, в каталогах памяти для настольных систем перечисляются ее параметры — скорость,

объем, наличие контроля четности. А в аналогичном каталоге для портативных компьютеров, помимо объема модуля памяти, будет приведен список производителей систем и номеров моделей, для которых подходит этот модуль.

Конечно, всегда есть исключения из правила. Можно даже купить корпус лэптопа с минимумом необходимой электроники и заполнить его компонентами сторонних производителей. Но в отличие от настольных систем, где такая сборка обычна, найти полностью совместимые компоненты нужного размера для портативного компьютера будет очень непросто.

Замечание

Строго говоря, рекомендуется покупать системы известных производителей, а в случае их модернизации приобретать компоненты, специально предназначенные для вашей модели.

Оборудование для портативных систем

С технической точки зрения, одни компоненты, используемые в портативных системах, подобны компонентам настольных ПК, другие — полностью отличаются от них. В этом разделе описываются различные подсистемы портативных компьютеров и их отличие от настольных аналогов.

Дисплеи

Заметнее всего, конечно же, отличаются дисплеи. Проходит, наконец, эра внушительных телевизионных ящиков с трубкой, в которой эмиттер бомбардирует электронами вогнутый стеклянный экран. Их сменяют плоские экраны толщиной не более 2 см, называемые *жидкокристаллическими дисплеями*, или *LCD* (Liquid Crystal Display). Какое-то время индустриальным стандартом для обычных портативных компьютеров были монохромные дисплеи, современные компьютеры комплектуются почти исключительно цветными дисплеями.

В портативной системе дисплей стоит значительно дороже всех остальных компонентов. Иногда выгоднее заменить весь компьютер, чем сломанный дисплей. Дисплеи первых цветных лэптопов были простой заменой стандартных дисплеев VGA. И хотя сегодняшние мониторы портативных ПК нельзя назвать полностью конкурирующими с настольными, тем не менее они показывают прекрасную производительность даже при самом интенсивном использовании графики, работе в графических редакторах и проведении видеоконференций.

Жидкокристаллический дисплей допускает единственно возможное разрешение. Это объясняется тем, на LCD-панели размер пикселя нельзя изменить. В настольных системах разрешением монитора управляет выходной сигнал видеоадаптера, он изменяет количество пикселей на экране. При переходе от разрешения 640×480 к 800×600 пиксели уменьшаются — они должны поместиться в то же самое пространство.

LCD-панель можно представить как физическую решетку с ячейками-пикселями определенного размера, цветом которых управляют транзисторы. Расположение транзисторов определяет два основных типа современных жидкокристаллических дисплеев: двойного сканирования и активно-матричные.

Дисплеи двойного сканирования. Дисплеи *двойного сканирования* иногда называют *пассивно-матричными* (или дисплеями с пассивной матрицей), в них транзисторы располагаются вдоль двух смежных сторон экрана. Количество транзисторов и определяет разрешение экрана. Например, дисплей двойного сканирования с 640 транзисторами вдоль оси X и 480 транзисторами вдоль оси Y образуют решетку, подобную показанной на рис. 15.1. Каждый пиксель управляется парой транзисторов с соответствующими координатами по осям X и Y.

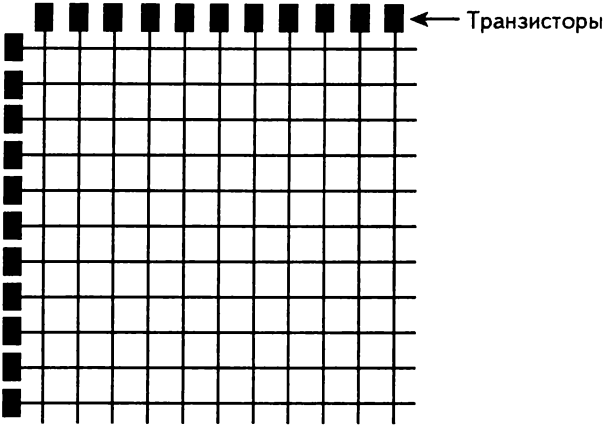


Рис. 15.1. В LCD-дисплее двойного сканирования для управления цветом каждого пикселя используется комбинация двух транзисторов на пересекающихся осях

В таком мониторе при выходе из строя одного транзистора отключаются все управляемые им пиксели, образуя пересекающую экран черную линию. Эту проблему не решить иначе, чем путем полной замены экрана. Термин *двойное сканирование* означает, что процессор перерисовывает половину экрана за раз; такой способ ускоряет процесс обновления изображения.

В последнее время появились новые технологии создания пассивно-матричных дисплеев (например CSTN, DSTN или HPA), которые меньше стоят и у которых улучшены характеристики отображения.

Дисплеи двойного сканирования однозначно хуже активно-матричных. Изображение на них немного мутное, поскольку принцип работы таких дисплеев заключается не в генерации собственного светового излучения, а в изменении пикселями отражаемого ими света (источник дневного света позади экрана в данном случае предпочтительнее обычного комнатного освещения).

Изображение на дисплее двойного сканирования имеет "следы", а сбоку оно практически не видно, поэтому одновременно несколько человек смогут работать за таким экраном с трудом. Зато дисплеи двойного сканирования гораздо дешевле активно-матричных. Дефекты изображения заметнее всего в презентациях, полноцветной графике, видеороликах и быстрых играх. А вот для работы с текстовыми редакторами или электронной почтой, такой дисплей прекрасно подходит.

Стандартный размер дисплея двойного сканирования — 10,5″ (около 26 см) по диагонали (с разрешением 640×480). Есть уже дисплеи размером 12,1″ (около 30 см) с разрешением 800×600. Если вы знакомы с дисплеями двойного сканирования ранних моделей, то наверняка согласитесь, что нынешние дисплеи стали значительно лучше.

Активно-матричные дисплеи

Активно-матричные дисплеи (или дисплеи с активной матрицей), также известные как *TFT-дисплеи* (Thin Film Transistor — тонкопленочные транзисторы), отличаются от дисплеев двойного сканирования тем, что содержат по транзистору для каждого пикселя на всем экране, а не только по краям. Транзисторы установлены в решетке из проводящего материала, обеспечивающей их горизонтальное и вертикальное соединение (рис. 15.2). Расположенные по периметру решетки электроды подают дифференцированное напряжение, адресуя каждый пиксель индивидуально.

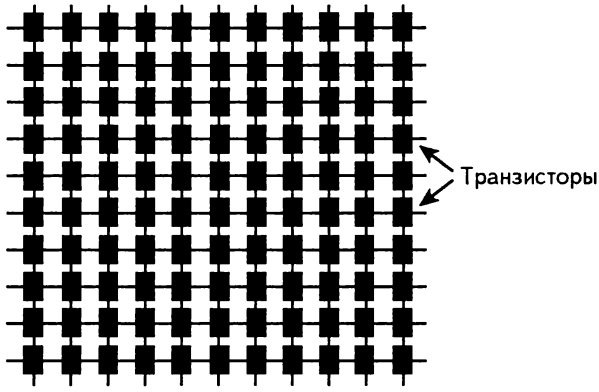


Рис. 15.2. LCD-дисплей с активной матрицей содержит по транзистору для каждого пикселя на экране. Такой дисплей ярче, поскольку пиксели сами генерируют свет

Получая отдельное питание, *каждый* пиксель генерирует световое излучение нужного цвета, поэтому изображение на таком дисплее ярче и "живее", чем на дисплее двойного сканирования. Стало большим и поле зрения, так что у экрана могут устроиться сразу несколько человек. Изображение обновляется быстрее и четче, а дефекты изображения, присущие дисплеям двойного сканирования, вообще отсутствуют.

С другой стороны, с 480 000 транзисторами вместо 1 400 (на экране с разрешением 800×600) активно-матричный дисплей потребляет больше энергии, чем дисплей двойного сканирования. Он быстрее истощает батарею и, конечно, стоит гораздо дороже.

Неудивительно, что при таком количестве транзисторов чаще попадаются сбойные, а как результат — "мертвые пиксели". Но в отличие от дисплеев двойного сканирования, в которых черная линия сразу бросается в глаза, здесь повреждение одного транзистора заметно гораздо меньше. Тем не менее, многие покупатели считают (и это вполне справедливо), что стоящая тысячи долларов система должна быть безупречной, и поэтому пытаются вернуть компьютер производителю при малейшем дефекте. Те в свою очередь часто отказываются обратно принимать компьютеры с меньшим, чем это установлено, количеством бракованных пикселей. Они считают, что, прежде чем покупать систему с активно-матричным дисплеем, мы сами должны его тщательно проверить.

Сейчас стало уже стандартом использовать в мощных современных лэптопах активно-матричные дисплеи размером 12,1″ с разрешением 800×600 или даже 1 024×768. Системы верхнего уровня имеют дисплеи размером 14,1″. Многие портативные системы включают видеоадаптеры для шины PCI с видеопамятью 2 Мбайт, обеспечивающие высокую скорость даже в режиме 16 или 24 бит цвета на пиксель. Такие дисплеи уже недалеки от того, чтобы составить конкуренцию лучшим мониторам и видеоадаптерам настольных систем.

Замечание

Для создания больших плоских дисплеев и дисплеев некоторых портативных компьютеров используется еще одна технология, называемая *плазменной*. Плазменные дисплеи на тонком плоском экране, образованном двумя стеклянными панелями со смесью газов неона и ксенона внутри, обеспечивают изображение, сравнимое по качеству с изображением в настольных мониторах. К сожалению, такие дисплеи потребляют слишком большую мощность, поэтому на рынке портативных компьютеров они не могут конкурировать с жидкокристаллическими.

Разрешение экрана. Обдумывая покупку нового компьютера, обязательно примите во внимание разрешение экрана. Если при работе с настольным компьютером вы привыкли к разрешению 800×600, 1 024×768 или даже больше, то экран лэптопа с разрешением 640×480 может сильно ограничивать вашу работу. Помните, что разрешение жидкокристаллического экрана определяется не только драйверами и объемом видеопамяти, но и конструкцией самого дисплея.

В некоторых портативных системах при физическом разрешении экрана 640×480 пикселей организуется так называемый виртуальный экран с разрешением 800×600. Хитрость заключается в том, что на экране видна только часть изображения, а все оно хранится в видеопамяти. Чтобы увидеть то, что осталось "за кадром", нужно подвести курсор к границе экрана, при этом изображение 800×600 как бы прокручивается в окне 640×480 (рис. 15.3). К этому не легко привыкнуть, но главное заключается даже не этих неудобствах, а в том что некоторые производители представляют свои дисплеи как 800×600, скромно умалчивая о том, что имеется в виду на самом деле.

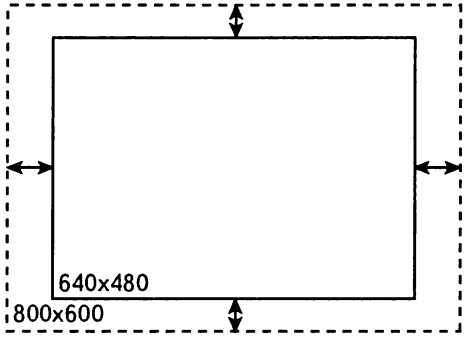


Рис. 15.3. Виртуальный экран позволяет на маленьком мониторе по частям просматривать большое изображение

А вот глубина цвета и для жидкокристаллических, и для обычных ЭЛТ-дисплеев определяется одинаково — объемом видеопамяти. Если ее достаточно, то любой LCD-экран будет успешно работать и в 16-, и в 24-разрядном цветовом режиме. Как правило, установленная прямо на системной плате электроника видеоадаптера портативного ПК оставляет мало шансов для модернизации. Выходом здесь может быть подключение внешнего монитора, для чего существует несколько видеоплат типа PC Card.

Процессоры

В большинстве современных компьютеров используются процессоры фирмы Intel, и портативные системы здесь не исключение. Эта компания активно занимается разработкой микросхем, специально предназначенных именно для портативных ПК. Как только появились первые процессоры Pentium и Pentium II, их повышенное тепловыделение сразу породило ряд проблем. В настольных компьютерах многое зависит от конструкции корпуса. Стоит установить несколько охлаждающих вентиляторов или теплоотводный элемент на самом процессоре, более удачно расположить внутренние компоненты — и компьютер будет охлаждаться циркулирующими внутри корпуса потоками воздуха.

Практически все новые портативные системы содержат один из процессоров семейства Pentium — Pentium, Pentium MMX или Pentium II. Мобильной версии процессора Pentium Pro не существует. Эти процессоры не отличаются свойствами и архитектурой от их "полноразмерных" собратьев, но выполнены в другом корпусе и работают на пониженном

напряжении питания. Корпус мобильного процессора должен обеспечивать соединение и защиту элементов процессора, а также интерфейс для подключения к системной плате.

Мобильный Pentium. Основная идея, заложенная в мобильные процессоры, заключается в следующем: максимально возможное уменьшение размеров, что позволит использовать их на пониженном напряжении питания. Мобильные процессоры Pentium 200 Мгц MMX и Pentium 233 МГц MMX — первые продукты фирмы Intel, выполненные по 0,25-микронной технологии, которая в настоящее время используется для производства процессоров Pentium II. Вслед за выпуском этих процессоров, фирма Intel выпустила процессоры Pentium MMX с тактовыми частотами 266 МГц и 166 МГц. Именно выпуск мобильных процессоров позволил производителям портативных компьютеров предложить пользователям системы, не уступающие по производительности настольным компьютерам.

Применение при производстве 0,25-микронной технологии и технологии пониженного питания (Voltage Reduction Technology — VRT) позволили снизить напряжения питания с 2,45 В до 1,8 В (до 2,0 В в процессоре с частотой 266 Мгц) и интерфейса ввода/вывода с 3,3 В до 2,5 В. Применение 0,25-микронной технологии производства позволяет увеличить производительность процессоров на 60%, при понижении потребляемой энергии до 53% (данные получены при сравнении мобильного процессора Pentium 166 Мгц MMX и аналогичным процессоров, выполненным по 0,35-микронной технологии). Снижение рабочего напряжения позволяет уменьшить потребляемую мощность процессора: с 7,7 Вт (мобильный процессор Pentium 166 Мгц MMX, выполненный по 0,35-микронной технологии) до 3,9 Вт (мобильный процессор Pentium 233 Мгц MMX).

Совет

Процессор Pentium 166 Мгц MMX, выполненный по 0,25-микронной технологии, самый медленный в семействе этих процессоров и самый быстрый в семействе процессоров, выполненных по 0,35-микронной технологии. При покупке портативного компьютера обратите внимание на технологию производства процессора. Все процессоры Pentium MMX, выполненные по 0,35-микронной технологии, имеют тактовые частоты 120 Мгц, 133 Мгц и 150 Мгц, в то время как процессоры, выполненные по 0,25-микронной технологии, имеют тактовые частоты 200 Мгц, 233 Мгц и 266 Мгц.

Мобильный Pentium II. 2 апреля 1998 года фирма Intel анонсировала первый мобильный процессор Pentium II. В производстве этих процессоров применялась 0,25-микронная технология, а они использовали тактовые частоты 233 МГц и 266 МГц. Рабочее напряжение этих процессоров 1,7 В и 1,8 В, что еще ниже, чем у их собратьев, мобильных процессоров Pentium MMX. Процессор Pentium II 266 МГц потреблял мощность 8,6 Вт, что практически в 2 раза больше, чем у мобильного процессора Pentium 266 МГц MMX (4,5 Вт). Это увеличение потребляемой мощности процессора Pentium II объясняется наличием интегрированного кэша второго уровня. Несмотря на такие недостатки мобильный процессор Pentium II на 30–35% быстрее, чем аналогичный процессор Pentium MMX.

В табл. 15.1 приведены данные мобильных процессоров семейства Pentium.

Таблица 15.1. Параметры мобильных процессоров фирмы Intel

Процессор	Частота, МГц	Технология производства, микрон	Напряжения питания, В	Напряжения интерфейса ввода/вывода, В
Pentium	75	0,35	2,9	3,3
Pentium	100	0,35	2,9	3,3
Pentium	120	0,35	2,9	3,3

Окончание табл. 15.1

Процессор	Частота, МГц	Технология производства, микрон	Напряжения питания, В	Напряжения интерфейса ввода/вывода, В
Pentium	133	0,35	2,9	3,3
Pentium	150	0,35	3,1	3,3
Pentium MMX	120	0,35	2,45	3,3
Pentium MMX	133	0,35	2,45	3,3
Pentium MMX	150	0,35	2,45	3,3
Pentium MMX	166	0,35	2,45	3,3
Pentium MMX	166	0,25	1,8	2,5
Pentium MMX	200	0,25	1,8	2,5
Pentium MMX	233	0,25	1,8	2,5
Pentium MMX	266	0,25	2,0	2,5
Pentium II	233	0,25	1,7	1,8
Pentium II	266	0,25	1,7	1,8

Корпусы мобильных процессоров

Тепло, выделяемое при работе процессора необходимо отводить от кристалла. В настольных системах эта проблема решается проще, чем в портативных компьютерах. Разработчикам портативных система эти проблемы решать гораздо труднее. Основная проблема — это размеры корпуса, не позволяющие использовать все возможные средства и методы отвода тепла. Кроме того, существует еще одна проблема: пользователи хотят иметь системы с самыми быстрыми процессорами, и не их забота, что мобильный процессор потребляет энергии и выделяет тепла больше, чем процессор, используемый в настольных системах. Эти проблемы может решить только Intel.

Корпус TCP. Intel нашла способ, как поместить процессор Pentium в портативный компьютер, уменьшив размер процессора, его энергопотребление и тепловыделение: им стал новый корпус для процессора, названный *TCP* (*Tape Carrier Package* — упаковка из пластиковой ленты). Такая упаковка и меньше, и легче обычной SPGA (Staggered Pin Grid Array — распределенная решетка игольчатых контактов), используемой в настольных компьютерах. Если площадь процессора PGA составляет 49 мм^2, то у TCP она всего 29 мм^2, толщина новой упаковки — 1 мм, а вес уменьшен с 55 до одного грамма.

У нового процессора нет металлических выводов, вставляемых в гнездо на системной плате, вместо этого он напаивается на кусок полиамидной пленки, похожей на киноленту. Процесс напаивания называется *TAB* (*Tape Automated Bonding* — автоматизированное пленочное соединение) и подобен тому, как электрические контакты подключаются к панели жидкокристаллического экрана. *Пленка*, которая по размеру больше, чем процессор, покрывается медной фольгой, затем фольга напаивается на пленку и образуются электрические соединения для подключения процессора к системной плате (рис. 15.4). (Все это очень похоже на процесс нанесения электрических соединений на печатные платы.) Для предохранения от коррозии готовые соединения покрываются золотом, припаиваются к самому процессору, а затем вся конструкция покрывается защитным слоем смолы.

Внешний вид мобильного процессора Pentium MMX в корпусе TCP показан на рис. 15.5. Обратите внимание на размеры процессора!

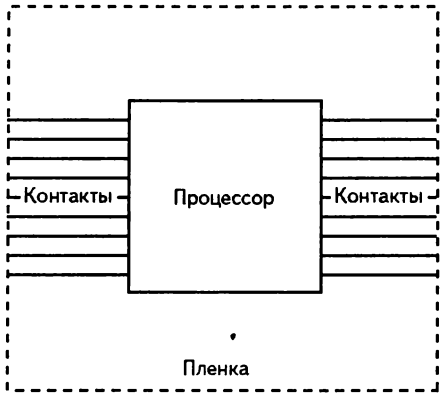


Рис. 15.4. Процессор помещается на полиамидную пленку; вместо обычных игольчатых выводов (как у процессоров настольных ПК) используются напаянные на пленку соединения из медной фольги

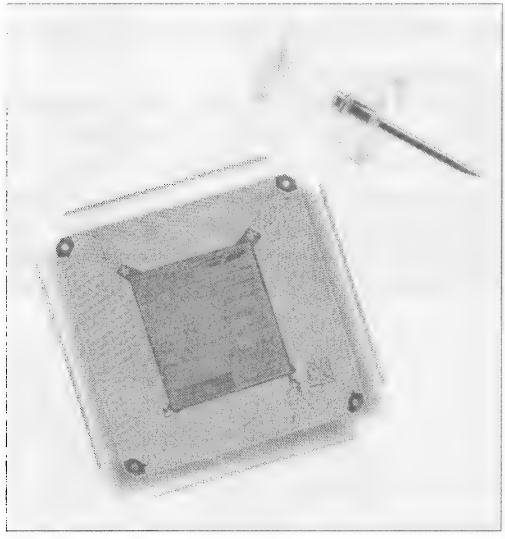


Рис. 15.5. Внешний вид мобильного процессора Pentium MMX в корпусе TCP. Фото публикуется с разрешения Intel Corporation

В таком виде после предварительного тестирования процессор поступает к производителю системной платы. Чтобы установить процессор на плату, пленку обрезают до нужного размера и загибают ее края (рис. 15.6), дабы при припаивании контактов к плате процессор был немого приподнят над ней. Перед припаиванием между процессором и платой помещают специальную термоизоляционную пасту. С нижней стороны платы устанавливается теплоотводный элемент, и при припаивании контактов он поглощает выделяющееся тепло. Естественно, припаянный к плате процессор уже не заменишь более современным.

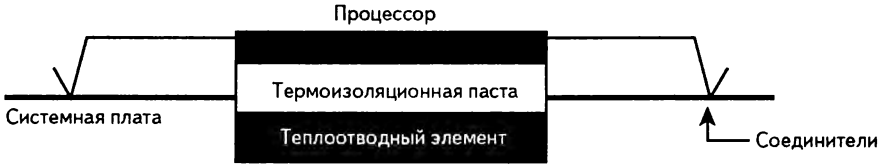


Рис. 15.6. Контакты, соединяющие процессор с платой, находятся на некоторые расстоянии от процессора, что позволяет поместить между процессором и платой термоизоляционный материал

Замечание

Некоторые производители портативных ПК продолжают использовать стандартные процессоры PGA. Время работы такого компьютера от батареи сильно ограничено, к тому же, он может настолько перегреваться, что даже прикасаться к нему неприятно. Поэтому при покупке портативного компьютера стоит поинтересоваться не только тактовой частотой процессора, но и тем, в какой корпус он упакован.

Расположение выводов мобильного процессора Pentium MMX в корпусе TCP показано на рис. 15.7.

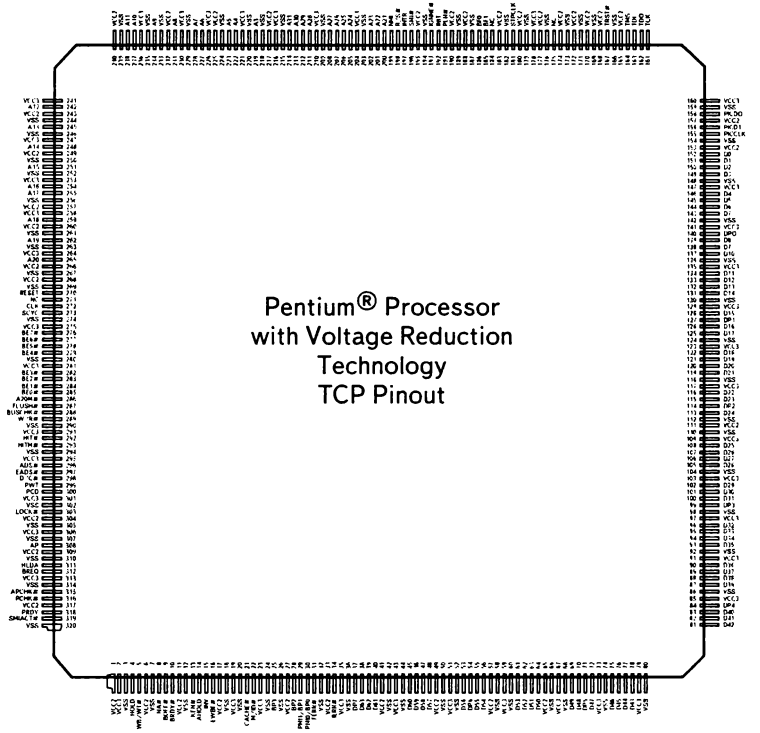


Рис. 15.7. Расположение выводов мобильного процессора Pentium MMX в корпусе TCP

Мобильный модуль. Производители портативных систем покупают у фирмы Intel "заготовки" процессоров в корпусе TCP, а затем монтируют их на системной плате. Фирма Intel анонсировала новый корпус для мобильных процессоров, называемый *мобильный модуль* (*mobile module* — MMO) (рис. 15.8).

Мобильный модуль представляет собой процессор Pentium или Pentium II в корпусе TCP, смонтированный на небольшой плате, которая также содержит систему управления питанием процессора, кэш-память второго уровня и часть набора микросхем (North Bridge) системной платы. Эта плата подключается к стандартной системе, которая содержит остальную часть набора микросхем, называемого South Bridge. Блок-схема соединения показана на рис. 15.9.

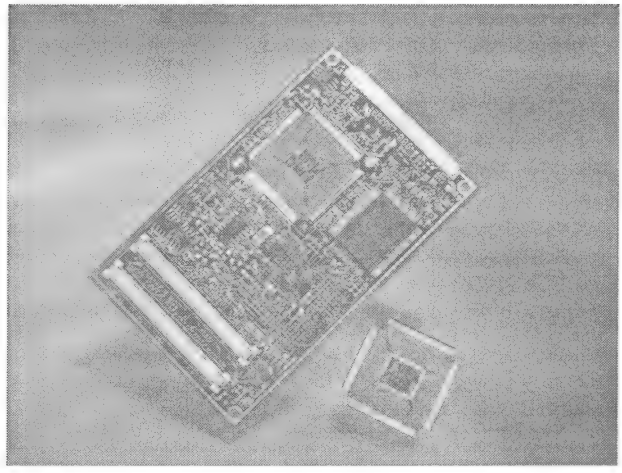


Рис. 15.8. Внешний вид мобильных процессоров Pentium в мобильном модуле и корпусе TCP. Фото публикуется с разрешения Intel Corporation

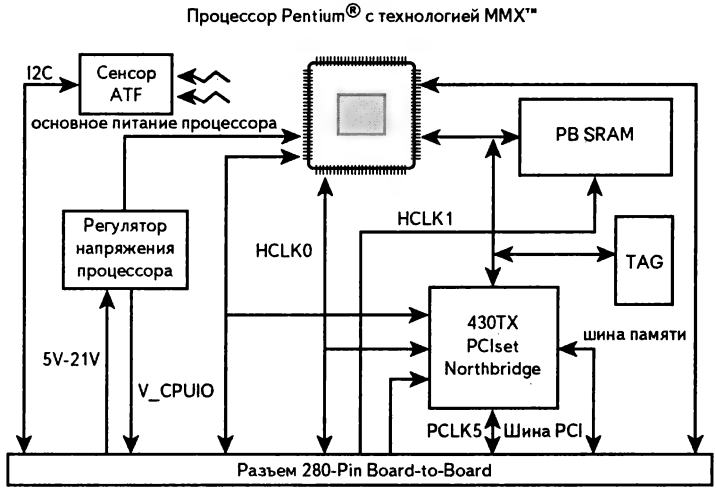


Рис. 15.9. Блок-схема мобильного модуля процессора Pentium

Термины *North Bridge* и *South Bridge* описывают способ соединения отдельных функциональных элементов набора микросхем. В настоящее время производители портативных компьютеров приобретают мобильные модули с компонентом *North Bridge* у фирмы Intel, а системную плату с компонентом *South Bridge* у другого производителя.

Мобильный модуль подобен процессору Pentium II в исполнении Single Edge Cartridge (SEC) и в будущем позволит использовать более быстродействующую кэш-память, располагаемую отдельно от системы.

Мобильный модуль конструктивно выполнен с учетом требований, предъявляемых к портативным системам, а именно ударам и вибрации. Мобильный модуль (рис. 15.10) имеет следующие размеры: длина 4″ (101,6 мм), ширина 2,5″ (63,5 мм), высота 0,315″ (8 мм) и разъем высотой 0,39″ (10 мм).

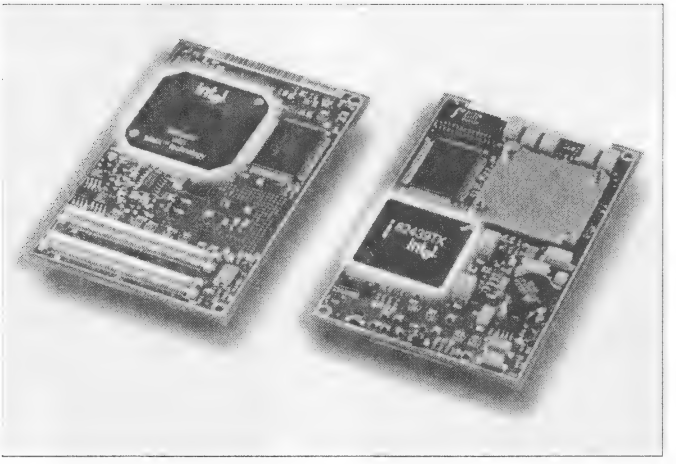


Рис. 15.10. Мобильный модуль Pentium MMX с процессором, набором микросхем и кэш-памятью второго уровня. Фото публикуется с разрешения Intel Corporation

Мобильный модуль — это шаг в стандартизации компонентов портативных компьютеров. С его помощью можно без особых усилий установить в систему процессор Pentium или Pentium II. Производители портативных систем постепенно переходят от корпуса TCP к мобильному корпусу, поскольку в процессе сборки не нужно использовать специальные инструменты и оборудование, а кроме того, упрощается модернизация системы.

Фирма IBM активно использует мобильный модуль в своих портативных компьютерах ThinkPad. Размеры мобильного модуля позволяют выпускать сверхтонкие модели портативных компьютеров. Следует также сказать, что фирма IBM продолжает использовать и процессоры в корпусе TCP.

Мини-картридж. Существует мобильная версия процессора Pentium II в виде мобильного модуля с частью North Bridge набора микросхем Intel 440BX AGP. Недавно фирма Intel анонсировала новый корпус для мобильного процессора Pentium II, называемый *мини-картридж* (*mini-cartridge*). Мини-картридж разработан специально для ультралегких портативных компьютеров.

Этот картридж содержит процессор с 512 Кбайт кэш-памяти второго уровня. Он выполнен в стальном корпусе с разъемом и имеет размеры 51×47×4,5 мм. Сравнивая мини-картридж с процессором Pentium II в исполнении Single Edge Connector (SEC) для настольных систем можно сказать следующее: он имеет одну четвертую массы, одну восьмую размеров и потребляет две третьих мощности "настоящего" процессора Pentium II. Для подключения к системной плате мини-картридж оснащен 240-штырьковым разъемом на нижней стороне (рис. 15.11).

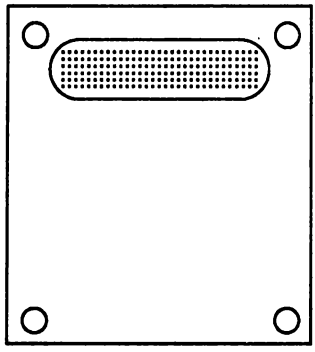


Рис. 15.11. Нижняя сторона мини-картриджа процессора Pentium II

Набор микросхем

Как и на рынке наборов микросхем для настольных компьютеров, так и на рынке наборов микросхем для портативных систем фирма Intel занимает лидирующее положение. Для каждого типа процессора фирма Intel незамедлительно выпускает набор микросхем, который реализует все свойства нового процессора. Например, для последней модели мобильного процессора Pentium II производителями был предложен новый набор микросхем Mobile 440BX AGPset, который поддерживает порт AGP, память и системную шину на 100 МГц, систему управлением питанием, которая увеличивает срок жизни батарей.

Кроме этого набора микросхем, фирма Intel выпускает мобильные наборы микросхем 430TX PCIset для процессоров Pentium MMX и 430MX PCIset для процессоров Pentium. Именно фирма Intel впервые представила "разделенный" мобильный набор микросхем, называемый *North Bridge* и *South Bridge*.

В настоящее время цикл разработки процессора и набора микросхем измеряется месяцами, а не годами, как было раньше. Поэтому при покупке портативного компьютера (а также настольного компьютера) удостоверьтесь, что вы тратите деньги на одну из последних моделей.

Память

Добавление памяти — это, пожалуй, один из самых распространенных способов модернизации ПК, и портативные компьютеры здесь, конечно же, не исключение. Но есть один нюанс: чипы памяти портативных ПК имеют специфическую конструкцию. Если для настольных систем существует всего три вида стандартных слотов для установки дополнительной памяти, то для портативных ПК их десятки, каждый производитель находит свой способ размещения элементов в маленькой, плотно упакованной системе.

Одни производители выбирают модули памяти, подобные модулям SIMM и DIMM настольных систем, другие используют картриджи, больше напоминающие платы PC Card, но вставляющиеся в специально предназначенные для них разъемы. Не судите о совместимости по внешнему виду модулей. Обязательно проверьте в документации к ПК, одобрены ли производителем системы спецификации этих модулей.

Это вовсе не означает, что покупать память нужно только и исключительно у производителя самого компьютера. На изготовлении микросхем памяти специализируется множество компаний, у них большой выбор компонентов для самых разнообразных компьютеров и они часто повторяют конструкцию модулей, выпускаемых производителями ПК. Здоровая конкуренция способствует снижению цен, а производителей больше волнуют тысячи долларов за продаваемые ими компьютеры, чем мелочь, выручаемая от продажи чипов памяти.

Замечание

Несколько компаний разрабатывают модули памяти, емкость которых больше той, что первоначально была специфицирована производителем компьютера. Отдельные производители, как IBM, например, имеют даже специальные сертификационные программы для тестирования и одобрения таких продуктов. Но все же при расширении возможностей системы таким способом всегда остается элемент риска.

Если модули памяти могут сильно отличаться друг от друга, то микросхемы, из которых они составлены, как правило, те же, что и в настольных системах, т.е. те же чипы DRAM и SRAM и, конечно же, микросхемы типа EDO и SDRAM.

Жесткие диски

Конструкция накопителей на жестких дисках, выпускаемых для портативных ПК, тоже мало отличается от настольных, разве что размерами и упаковкой. Практически везде используются EIDE-накопители и только в компьютеры Macintosh устанавливаются накопители с интерфейсом SCSI.

Как и модули памяти, накопители на жестких дисках устанавливаются по-разному, так что и здесь сложности с модернизацией не исключены. В некоторых системах используется специальный контейнер, который и поддерживает накопитель, и подключает его к системе. Нет ничего проще, чем установить накопитель в такую систему: вставляете его в контейнер, закрепляете контейнер в корпусе — и дело сделано. Если вам не так повезло, придется купить накопитель, специально предназначенный для компьютеров вашего типа и имеющий нужные разъемы.

Во многих портативных компьютерах жесткие диски заменить гораздо проще, чем в настольных. Это открывает восхитительные возможности, например, использовать компьютер совместно с другими пользователями, и при этом иметь свой собственный жесткий диск, или же работать с разными операционными системами, установленными на отдельных накопителях.

Устанавливая новый накопитель, не забывайте, что за его поддержку отвечает системная BIOS. А старые BIOS не поддерживают жесткие диски большой емкости. В основном это касается версий, выпущенных до 1995 года (тогда получили широкое распространение накопители EIDE). Максимальный допустимый размер накопителя составлял тогда 508 Мбайт. В некоторых системах для записи BIOS используются микросхемы Flash-ROM, в таких случаях можно заменить версию BIOS более новой, и проблема с поддержкой нужных накопителей будет решена.

Существует и другой способ увеличения дискового пространства — он состоит в использовании жестких дисков PC Card. Это маленькое устройство нужно вставить в слот PC Card типа III, и жесткий диск объемом до 450 Мбайт — к вашим услугам. И еще внешний жесткий диск можно подключить к портативному компьютеру через адаптер SCSI или с помощью специального дискового интерфейса для параллельного порта. Тут вам не придется думать ни о том, как втиснуть большой накопитель в маленький корпус, ни об ограничениях, налагаемых BIOS на его емкость.

Съемные носители

Кроме обычных жестких дисков, в портативных компьютерах все чаще появляются и другие высокоемкие носители данных. Накопители CD-ROM давно уже перестали быть редкостью и для лэптопов, и для ноутбуков; встречаются накопители и для сменных носителей, например, такие как Zip. Их использование стало возможным после того, как была разработана спецификация EIDE, описывающая единый интерфейс для накопителей различных типов.

А как же обстоят дела с дисководами для гибких дисков? Некоторые производители субноутбуков экономят пространство, и поэтому не включают эти устройства вообще, другие предлагают внешние дисководы. Конечно, это приемлемо далеко не для всех пользователей. Многие пользователи портативных компьютеров, и особенно те, кто часто подключается к

локальной сети, почти не нуждаются в использовании дискет. Даже для инсталляции приложений все чаще и чаще используются не дискеты, а компакт-диски.

В некоторых портативных компьютерах предусмотрены специальные отсеки, куда можно устанавливать устройства различных типов. Они позволяют динамически изменять конфигурацию компьютера, приспосабливая его для использования в различных ситуациях. Например, если вы отправляетесь путешествовать и вам надо удалить дисковод гибких дисков, чтобы заменить его дополнительной батареей, или установить еще один жесткий диск на случай, если понадобится большее дисковое пространство, — эта возможность будет как никогда кстати.

PC Card

Пользователи настольных ПК привыкли к тому, что их системы гибкие и легко расширяемые, поэтому производители портативных компьютеров стараются предоставить им и здесь те же возможности. Ассоциацией PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association — Международная ассоциация плат памяти для ПК) было разработано несколько стандартов на маленькие, размером с кредитную карточку, платы расширения, названные *PC Card*. Это один из немногих стандартов, успешно закрепившихся на рынке портативных ПК.

Стандарт этот был разработан консорциумом, образованным более чем тремя сотнями производителей, включая таких гигантов, как IBM, Toshiba и Apple, и многие считают его революционным достижением в сфере портативных компьютеров. В слоты PC Card вставляются платы с дополнительной памятью, факс-модемы, адаптеры SCSI, сетевые платы и множество других устройств, значительно расширяющих возможности обычных лэптопов и ноутбуков. В слот PC Card, отвечающий стандарту PCMCIA, можно вставить любое устройство, отвечающее тому же стандарту, и при этом не сомневаться в том, что система его распознает и сможет успешно использовать.

Технология PC Card исключительно многообещающая. Тут к вашим услугам не только платы дополнительной памяти, миниатюрные жесткие диски, беспроводные модемы, но и адаптеры ISDN, MPEG-декодеры, адаптеры сетевого интерфейса, звуковые платы, контроллеры CD-ROM и даже системы GPS, использующие спутники для определения точных координат вашего местонахождения на планете.

Вначале стандарт PCMCIA определял только интерфейс плат памяти, но теперь он полностью описывает архитектуру программного и аппаратного обеспечения, взаимодействующего с любыми платами PC Card. Первая версия этого стандарта определяла платы типа Type I, размером они с кредитную карточку 3,4×2,1″ (около 8,6×5,3 см) и толщиной 3,3 мм. Этот стандарт несколько раз пересматривался, расширялись функции поддерживаемых плат. Его третья версия, названная PC Card Specification, которая появилась в феврале 1995, определяет уже три типа плат, отличающихся друг от друга только толщиной.

Большинство современных плат относится к типу Type II (и имеет толщину 5 мм), чаще всего это — модемы и сетевые адаптеры. А платы типа Type III чаще всего используются для жестких дисков. Все платы PC Card совместимы между собой "сверху вниз", т.е. плату Type I можно смело устанавливать в слоты Type II и Type III. Часто в портативных компьютерах можно встретить два расположенных один над другим слота Type II. Если вставить в один из таких слотов плату PC Card Type III, доступ ко второму окажется перекрыт и его нельзя будет использовать.

Замечание

Существуют также платы PC Card Type IV, они толще остальных и предназначены для высокоемких жестких дисков. Но эти платы не соответствуют стандарту PCMCIA, и нет гарантии, что предназначенные для них слоты Type IV подойдут для плат других типов.

Характеристики устройств, описанные последней версией стандарта PCMCIA, вышедшей в мае 1997 года, таковы:

- поддержка DMA (direct memory access — прямой доступ к памяти);
- рабочее напряжение 3,3 В;
- поддержка APM (Advanced Power Management — расширенное управление питанием);
- поддержка технологии Plug and Play;
- стандарт PC Card ATA, позволяющий использовать протокол AT Attachment для управления жесткими дисками;
- поддержка многофункциональных плат, например совмещающих функции модема и сетевого адаптера;
- интерфейс Zoomed Video (ZV) — прямое шинное соединение между адаптером PC Card и системным VGA-контроллером, обеспечивающее приложениям для видеоконференций и декодерам MPEG высокоскоростную работу с дисплеем;
- система температурного анализа, предупреждающая пользователя о перегреве оборудования;
- CardBus, 32-разрядный интерфейс для обмена данными с памятью и устройствами ввода-вывода на скорости 33 МГц, а также новый экранированный соединитель, предотвращающий установку устройств CardBus в неподходящие для них слоты более ранних версий. Первые сетевые платы PC Card для шины CardBus только появились на рынке. Они предназначены для сетей, работающих на скорости 100 Мбит/с; настольные компьютеры подключаются к таким сетям через шину PCI.

Обычно платы PC Card заключены в прочный металлический корпус. Одним концом они вставляются в разъем компьютера с 68 тонкими игольчатыми контактами, а на другом находятся разъемы для подключения телефонного или сетевого кабеля, или других внешних устройств.

В табл. 15.2 приведено назначение контактов интерфейса PC Card.

Таблица 15.2. Назначение контактов интерфейса PC Card

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
1	Общий	35	Общий
2	Данные, бит 3	36	–Card Detect 1
3	Данные, бит 4	37	Данные, бит 11
4	Данные, бит 5	38	Данные, бит 12
5	Данные, бит 6	39	Данные, бит 13
6	Данные, бит 7	40	Данные, бит 14
7	–Card Enable 1	41	Данные, бит 15
8	Адрес, бит 10	42	–Card Enable 2
9	–Output Enable	43	Refresh
10	Адрес, бит 11	44	RFU (–IOR)
11	Адрес, бит 9	45	RFU (–IOW)
12	Адрес, бит 8	46	Адрес, бит 17

Окончание табл. 15.2

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
13	Адрес, бит 13	47	Адрес, бит 18
14	Адрес, бит 14	48	Адрес, бит 19
15	–Write Enable/–Program	49	Адрес, бит 20
16	Ready/–Busy (IREQ)	50	Адрес, бит 21
17	+5 В	51	+5 В
18	Vpp1	52	Vpp2
19	Адрес, бит 16	53	Адрес, бит 22
20	Адрес, бит 15	54	Адрес, бит 23
21	Адрес, бит 12	55	Адрес, бит 24
22	Адрес, бит 7	56	Адрес, бит 25
23	Адрес, бит 6	57	RFU
24	Адрес, бит 5	58	RESET
25	Адрес, бит 4	59	–WAIT
26	Адрес, бит 3	60	RFU (–INPACK)
27	Адрес, бит 2	61	–Register Select
28	Адрес, бит 1	62	Battery Voltage Detect 2 (–SPKR)
29	Адрес, бит 0	63	Battery Voltage Detect 1 (–STSCHG)
30	Данные, бит 0	64	Данные, бит 8
31	Данные, бит 1	65	Данные, бит 9
32	Данные, бит 2	66	Данные, бит 10
33	Write Protect (–IOIS16)	67	–Card Detect 2
34	Общий	68	Общий

Программная поддержка PC Card. По определению платы PC Card поддерживают "горячее подключение", т.е. платы можно извлекать из слотов и вставлять туда новые, не выключая компьютер. Если и само устройство PC Card, и операционная система удовлетворяют стандарту Plug and Play, то стоит только вставить плату в слот, как тут же автоматически загружается и конфигурируется необходимый драйвер.

Чтобы сделать возможным это чудо, должны слаженно работать две программы, обеспечивающие интерфейс между управляющим работой слота адаптером PCMCIA и приложением, использующим устройство PC Card (рис. 15.12). Эти программы называются *Socket Services* и *Card Services*. А третий модуль, называемый *Enabler*, конфигурирует само устройство PC Card.

Socket Services. Адаптер PCMCIA, обеспечивающий интерфейс между компьютером и слотом PC Card, оказался единственной нестандартизированной частью архитектуры PCMCIA. Таких адаптеров существует множество, и поэтому очень часто приложения и операционные системы не могут так же прямо адресовать слот PC Card, как они адресуют параллельный и последовательный порты.

Чтобы решить эту проблему, для каждого конкретного адаптера PCMCIA был разработан свой собственный драйвер Socket Services. Интерфейс каждого из этих драйверов с программным обеспечением стандартизирован, и он является как бы буферным слоем между прикладными программами и аппаратурой адаптера PCMCIA с его специфическими особенностями.

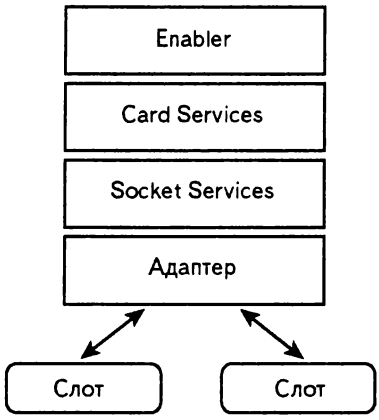


Рис. 15.12. Socket Services и Card Services позволяют операционной системе распознать вставленное в слот устройство PC Card и сконфигурировать нужные аппаратные ресурсы

Функции Socket Services могут быть реализованы и в виде обычного драйвера устройства, и в виде резидентной программы, запускающейся из командной строки DOS (или файла `Autoexec.bat`), и в виде одной из служб таких операционных систем, как Windows 9*x* или Windows NT. В компьютере может быть установлено и несколько адаптеров, управляющих слотами PC Card различных типов, например, кроме слотов, установленных в самом компьютере, к нему может быть подключено стыковочное оборудование с несколькими дополнительными слотами. В подобных случаях несколько различных драйверов Socket Services взаимодействуют с одной и той же программой Card Services.

Card Services. В функции этой части программного обеспечения входит взаимодействие с Socket Services и выделение устройствам PC Card необходимых аппаратных ресурсов. Как и другие платы расширения, PC Card для взаимодействия с процессором и памятью нуждаются в использовании определенных аппаратных функций. Например, сетевой плате ISA нужно обязательно назначить аппаратное прерывание, и, возможно, порт ввода-вывода или адрес памяти.

Те же ресурсы нужны и сетевому адаптеру PC Card, только назначаются они не вручную, т.е. с помощью перемычек на плате или программных утилит. Дело здесь усложняется тем, что различные платы могут вставляться в слот и извлекаться из него прямо по ходу работы, и компьютер должен динамически распознавать новые устройства и назначать нужные ресурсы. Этим и занимается программа Card Services, она ведет список всех имеющихся ресурсов и по мере необходимости назначает или освобождает их.

Это очень похоже на технологию Plug and Play, но путать их не нужно. Windows 9*x*, используя Plug and Play, выделяет ресурсы устройствам PC Card. В других операционных системах ресурсы для программы Card Services распределяются через текстовый файл или ключи в командной строке. В системах, не поддерживающих технологию Plug and Play, платы PC Card конфигурируются точно так же, как и обычные платы ISA. И хотя Card Services не позволит назначить одно и то же прерывание двум платам PC Card, архитектура PCMCIA никак не предотвращает конфликтов, вызываемых назначением одних и тех же ресурсов устройствам PC Card и платам других типов.

Итак, в системе могут быть загружены *несколько* драйверов Socket Services и только *одна* программа Card Services. Причем вначале должны быть загружены все драйверы Socket Services, и только потом — Card Services.

Enabler. Основным правилом настройки ПК является то, что программная и аппаратная части должны быть сконфигурированы одинаково. Если назначить плате сетевого адаптера прерывание IRQ 10, то оно же должно быть назначено и соответствующему сетевому драйверу, иначе плата и ее драйвер просто не найдут друг друга. Но из-за того, что назначением аппаратных ресурсов сейчас все чаще занимаются специальные конфигурационные утилиты, может оказаться, что сделать это не так просто, как с помощью перемычек или переключателей на плате.

Несмотря на свои мощные возможности, ни Socket Services, ни Card Services в действительности не выполняют конфигурирования устройств PC Card. Эта часть работы предоставлена третьему программному модулю, названному *Enabler*. Именно он, получив от Card Services информацию о назначенных ею аппаратных установках, взаимодействует с оборудованием PC Card, сообщая параметры для работы.

Как и Socket Services, Enabler предназначается для работы с конкретным устройством. Но чаще всего вместо нескольких отдельных драйверов используется один универсальный, его называют *generic enabler*. При установке в слот совершенно новой платы такой драйвер должен правильно ее распознать и суметь сконфигурировать для работы с системой.

Единственным недостатком этого универсального драйвера, как и всей программной архитектуры PCMCIA, является то, что для его работы требуется внушительный объем оперативной памяти. Для поддержки большого количества разных плат *generic enabler* требует, в лучшем случае, 50 Кбайт памяти, при этом следует добавить еще 50 Кбайт для Card и Socket Services. При работе под DOS или Windows 3.1, где каждый килобайт обычной памяти — "на вес золота", такая цена за использование одного или двух устройств очень высока. А ведь установленные платы (например, сетевые или SCSI) еще могут потребовать памяти под свои драйверы.

Замечание

Нет сомнений, что для работы с устройствами PC Card операционная система Windows 9*x* будет самым лучшим выбором. Здесь собраны вместе и усовершенствованное управление памятью, и возможности Plug and Play, а Card и Socket Services интегрированы прямо в операционную систему. Все, что требуется от пользователя – это вставить плату в слот!

При использовании устройства PC Card в операционной системе Windows NT последнюю необходимо перезагрузить после помещения карты в слот. Практически все производители устройств PC Card выпускают необходимые драйверы для этой операционной системы.

Но не отчаивайтесь, если вы всерьез столкнулись с проблемой нехватки памяти: на этот случай у *generic enabler* есть альтернатива. Это драйвер *specific enabler*, разработанный для конфигурирования одной конкретной платы PC Card, благодаря чему памяти ему нужно гораздо меньше. Некоторые платы PC Card продаются с такими программными модулями. Использовать *specific enabler* можно и тогда, когда *generic enabler* не удается распознать установленную плату. И тем не менее, загруженные вместе, эти программы потребуют еще больше системной памяти.

Клавиатуры

В отличие от больших выносных клавиатур настольных систем, клавиатуры портативных компьютеров встроены в корпус. Так что починить или заменить их гораздо труднее. А потому при покупке портативного компьютера клавиатуре стоит уделить самое пристальное внимание.

Создавая маленькие клавиатуры, разработчики первым делом избавились от отдельного цифрового блока. Его функции выполняет стандартная буквенно-цифровая часть клавиатуры. Активизируется такой режим нажатием определенной комбинации клавиш в сочетании с клавишей <Function>. Клавиша <Function> (или <Fn>) — это новая управляющая клавиша, которая есть на многих клавиатурах портативных ПК и предназначена для активизации различных специальных функций, таких, например, как альтернативные режимы дисплея или клавиатуры.

По размерам и удобству использования клавиатуры большинства современных портативных компьютеров приближаются к настольным моделям. По сравнению со старыми компьютерами, клавиши которых были так малы, что при работе двумя руками вызывали ощущение дискомфорта, — это огромный шаг вперед.

Функциональные клавиши у некоторых портативных компьютерах по-прежнему имеют половинный размер, но, поскольку современные дисплеи становятся все больше и больше, и клавиатуры становятся гораздо просторнее. А производители, конечно же, с радостью используют появляющееся пространство.

Позиционирующие устройства

Выбор позиционирующего устройства, как и выбор раскладки и чувствительности клавиатуры, в значительной степени зависит от личного вкуса пользователя. Позиционирующие устройства большинства современных компьютеров можно отнести к одному из трех типов.

- *Trackball.* Это маленький, размером около полудюйма шарик. Его часто встраивают в клавиатуру чуть ниже клавиши пробела. Удобные и аккуратные, эти устройства не завоевали особой популярности по той причине, что очень быстро накапливающаяся под шариком пыль и грязь снижает их чувствительность.
- *Trackpoint.* Эта разработка фирмы IBM, быстро подхваченная многими другими производителями, представляет собой маленький (около 0,5 см) покрытый резиной рычажок, расположенный между клавишами <G>, <H> и <B>. Он очень похож на стиральную резинку на конце обычного карандаша. Он наклоняется в любом направлении, вызывая перемещение указателя по экрану. Очень удобно то, что им можно управлять, совсем не отрывая рук от клавиатуры. В ранних моделях резиновое покрытие рычажка быстро изнашивалось, а заменить его было очень сложно; теперь производители применяют для его изготовления более прочные материалы.
- *Trackpad.* Это самая последняя из разработок, которая представляет собой плоскую поверхность, обладающую электромагнитной чувствительностью. Размером она 1×2 дюйма (около 2,5×5 см) и реагирует просто на скольжение по ней вашего пальца. А постукивание пальцем означает щелчки кнопки мыши. У этих устройств большой потенциал, однако они очень чувствительны к случайным прикосновениям, вызывающим нежелательные перемещения мыши. И еще они чувствительны к влажности (и воздуха, и пальцев), что также вызывает непредсказуемое поведение указателя.

Хотя технология *trackpad* разработана уже давно, на рынке портативных компьютеров эти устройства появились относительно недавно, и в комплект некоторых систем включают и Trackpad, и Trackpoint (чтобы у пользователя был выбор). Часто обоим устройствам назначается одно и то же прерывание, и поэтому пользоваться ими одновременно нельзя (придется выбирать одно из них, указав его системной BIOS).

Не забудьте, что позиционирующее устройство — это еще и две кнопки мыши, и то, где и как они расположены, немаловажно. А расположены они могут быть очень странным образом, так что выполнение с их помощью операции перемещения может потребовать от вас ловкости фокусника. Поэтому перед покупкой системы стоит обязательно проверить позиционирующее устройство на предмет того, как этот фокус получится у вас. Практически у каждого компьютера есть последовательный порт, и, если рабочее пространство позволяет, можно подключить к компьютеру самую обыкновенную мышь.

Батареи

Что чаще всего беспокоит пользователей портативных компьютеров, так это время автономной работы от батареи. И хотя способы управления энергопотреблением непрерывно совершенствуются, тем не менее еще быстрее растут потребности аппаратуры. Так, за послед-

ние два года эффективность использования энергии была увеличена вдвое, но и мощность, потребляемая новыми процессорами и накопителями CD-ROM, возросла во столько же раз, а в результате период "жизни" батареи остался примерно таким же, как и прежде.

Типы батарей. Существует четыре основных типа аккумуляторных батарей.

- *Никель-кадмиевые (NiCd).* Эти батареи сейчас применяются редко, поскольку их жизнь коротка, да к тому же они очень чувствительны к неправильным условиям зарядки и разрядки. Пока батарея не используется, она очень долго сохраняет заряд, но если ее не полностью разрядить перед перезарядкой или зарядить слишком сильно, время ее жизни может существенно сократиться.
- *Никель-металлогидридные (NiMeH).* Эти батареи более дорогие, чем никель-кадмиевые, но и время их жизни процентов на 50 больше, к тому же они менее чувствительны к условиям зарядки и разрядки. Но в отличие от никель-кадмиевых, они не могут так долго хранить заряд, находясь в неработающем состоянии, и не выдерживают такого большого количества перезарядок. Батареи NiMeH используются в большинстве недорогих портативных систем.
- *На ионах лития.* Эти батареи сейчас являются индустриальным стандартом. Время их жизни большее, чем у двух предыдущих, их нельзя зарядить слишком сильно, и они прекрасно удерживают заряд в состоянии "покоя". Батареи на ионах лития обеспечивают достаточную мощность для работы самых современных и очень нагруженных систем. Но в отличие от батарей NiMeH и NiCd их можно использовать только в тех системах, которые специально разработаны для них. Если вы не хотите быть свидетелем пожара, не нужно помещать батарею на ионах лития в систему, рассчитанную на NiMeH и NiCd! Батареи на ионах лития самые дорогие из трех, поэтому обычно их используют в самых мощных системах.
- *Литий-полимерные.* Этот тип батарей разрабатывается уже несколько лет, но на рынке до сих пор не появился. Литий-полимерные батареи могут быть выполнены в виде тонких плоских пластин, помещаемых с задней стороны LCD-экрана; они весят меньше, чем на ионах лития, а время их жизни процентов на 40 больше. Если такие батареи все же когда-либо появятся в компьютерах, это будет очень значительным и крайне необходимым новшеством.

Замечание

Для всех типов батарей лучше, если перед их перезарядкой они будут полностью разряжены. Для батарей на ионах лития это условие менее важно, чем для остальных, но все-таки и здесь влияние на период их жизни после последующих перезарядок остается заметным. Чтобы батареи дольше сохраняли заряд, лучше всего хранить их при низкой температуре.

К сожалению, покупка компьютера с батареей на ионах лития еще не означает, что продолжительность ее жизни будет больше. Время автономной работы системы зависит от нескольких факторов: от установленных в системе аппаратных компонентов, эффективного управления энергопотреблением со стороны системного программного обеспечения и от емкости самой батареи. Некоторые производители видят в переходе от батарей NiMeH к батареям на ионах лития возможность получить дополнительное пространство внутри корпуса. Они думают, что, раз они используют более эффективную технологию хранения энергии, то можно сделать батареи поменьше и без ущерба для производительности.

Что касается разработки и внедрения новых компьютерных технологий, здесь батареи оказываются позади всех остальных подсистем портативных ПК. Потребление энергии мобильными системами в последние годы растет с невероятной скоростью, и источ-

ники питания едва за ними поспевают. Задействовав все свои механизмы энергосбережения, мощные лэптопы могут работать от батареи в лучшем случае два часа.

Производители пытаются решить эту проблему, устанавливая в свои компьютеры по две батареи. Для этого используются многофункциональные отсеки, которые позволяют заменить одно из необязательных устройств, например, таких как накопитель CD-ROM, дополнительной батареей, и тем самым удвоить время автономной работы.

Управление энергопотреблением. В компьютере есть компоненты, которым вовсе не обязательно работать все время, пока система включена. И пока такие компоненты не используются, их можно просто отключить, сохранив при этом драгоценную энергию. Когда, например, вы открываете файл в текстовом редакторе, он считывается с диска в оперативную память, и пока вы работаете с текстом, диск вам не нужен, а значит, его вращение можно временно остановить.

Заметив, что накопитель в течение определенного времени неактивен, система управления энергопотреблением паркует головки и останавливает вращение диска до тех пор, пока пользователь не даст команду сохранить файл, или не произойдет любое другое обращение к диску. Питание других компонентов, таких как накопитель CD-ROM или устройства PC Card, тоже можно совершенно безболезненно отключать, так что, пока они не используются, энергия может очень существенно экономиться.

У большинства портативных ПК есть еще один хороший способ экономии энергии — это системные режимы, в которых при отсутствии активности пользователя работа всей системы вообще прекращается. Эти режимы называются по-разному, но фактически их два: в одном оперативная память отключается, а в другом — нет. Режим временной остановки, называемый *приостановка* (*suspend*), означает, что после определенного времени отсутствия пользовательской активности вся система, за исключением памяти, полностью отключается.

Обычно у портативных компьютеров есть и второй режим, называемый *hibernate*, при переходе в него содержимое оперативной памяти записывается в специальный файл и вся система вместе с памятью отключается, содержимое памяти стирается. Когда компьютер "просыпается", содержимое файла считывается обратно в память, и работа продолжается, как ни в чем не бывало. Разве что просыпание длится немного дольше, но зато и энергии экономится больше, поскольку не нужно подпитывать микросхемы памяти.

Замечание

На некоторых компьютерах файл, в котором при переходе в режим *hibernate* сохраняется содержимое памяти, располагается в специальном разделе жесткого диска, предназначенном именно для этой цели. Если вы случайно разрушите этот раздел, для восстановления файла понадобится специальная утилита от производителя компьютера.

В большинстве случаев все эти функции определяются стандартом APM (Advanced Power Management — расширенное управление питанием). Этот документ разработан совместно фирмами Intel и Microsoft; он определяет интерфейс между драйвером операционной системы, отвечающим за управление энергопотреблением, и аппаратно-зависимым программным обеспечением, непосредственно управляющим соответствующими функциями конкретных устройств. Этот интерфейс обычно встроен в системную BIOS.

Поскольку технологии управления энергопотреблением все время совершенствуются, BIOS нелегко поддерживать все эти изменения. Поэтому появился новый стандарт, в разработке которого, кроме Intel и Microsoft, приняла участие фирма Toshiba. Это стандарт *ACPI* (*Advanced Configuration and Power Interface* — усовершенствованная конфигурация и интерфейс управления питанием), по которому функции управления энергопотреблением встраиваются прямо в операционную систему.

То, что эти функции выполняет операционная система, дает прикладным программам огромные преимущества. Теперь они могут сообщать системе, какая их деятельность требует немедленной активизации ресурсов или их постоянной готовности, а система может сама распределить ресурсы (например, решить, нужно ли записать данные на диск немедленно или можно отложить это до следующего раза, когда диск понадобится еще для другого процесса).

Компьютерная периферия

Существует множество дополнительных устройств, выполняющих какие-то очень необходимые (при определенных обстоятельствах) функции, но которые невыгодно или неудобно встраивать прямо в портативные компьютеры. Дополнительная аппаратура может понадобиться для многих, даже самых обычных, операций, выполняемых на портативных ПК. Ниже рассмотрены самые распространенные внешние устройства.

Внешние дисплеи

Очень часто для презентаций, проводимых перед самыми различными аудиториями, используются мощные лэптопы. Но даже для показа небольшой группе зрителей нужен экран значительно большего размера, чем экран портативного компьютера. Поэтому в большинстве портативных систем имеется разъем для подключения стандартного VGA-монитора.

Пользователь может указать системе, на какой из мониторов он хочет выводить информацию: на внешний, встроенный или на оба сразу; переключение режимов осуществляется или с помощью специальной комбинации клавиш, или через установки системной BIOS. И если возможности видеоадаптера позволяют, можно даже использовать большее разрешение, чем у встроенной LCD-панели.

Если же аудитория настолько большая, что обычного настольного монитора тоже недостаточно, есть еще несколько возможностей разрешить эту проблему.

Прозрачные жидкокристаллические панели. Существуют жидкокристаллические дисплеи, похожие на те, что встраиваются в портативные компьютеры, но не имеющие задней стенки; они фактически прозрачны. В них используются те же технологии и то же разрешение, что и в большинстве имеющихся на рынке экранов с активной матрицей. Обычно такую панель располагают перед проектором, и изображение проецируется на стену или большой экран. Эти панели предназначены не только для использования с портативными компьютерами, и поэтому они снабжаются такими же кабелями, как и стандартные настольные мониторы.

Внешние дисплеи замечательно подходят для проведения обучающих занятий и представления различного рода информации, однако они не обладают той глубиной и насыщенностью цвета, которые делают коммерческие презентации такими яркими и впечатляющими. И еще, качество изображения зависит от яркости лампы, используемой для его проецирования на экран.

Сама LCD-панель маленькая и легкая (чего никак не скажешь о проекторе). И если в здании, где проводится презентация, проектор есть, привезти лэптоп и внешний экран не составит труда, а вот разъезжать с собственным проектором — едва ли кому-то понравится. В этом случае лучше обзавестись специальным LCD-дисплеем со встроенным проектором.

LCD-панели далеко не дешевы. Одна такая панель может стоить дороже, чем весь портативный компьютер. Но есть несколько моделей ПК ThinkPad фирмы IBM, у которых задняя крышка снимается, и получается такой же прозрачный дисплей, изображение с которого можно проецировать на экран.

LCD-проекторы. Так называются устройства, объединяющие прозрачную жидкокристаллическую панель и проектор в едином блоке. Это устройство подключается к разъему VGA точно так же, как обычный монитор. Если в нем есть колонки, то они подключаются отдельным кабелем. Не все LCD-проекторы портативны, некоторые из них предназначены

для стационарного использования. Портативные модели различаются по весу, конструкции и яркости (измеряемой в люменах) ламп.

Для проведения конференций в небольшой комнате обычно достаточно устройства весом около 7 кг и яркостью в 300–400 люменов; в больших помещениях понадобится проектор на 500 и более люменов, весящий более 10 кг. Изображения, создаваемые этими устройствами, гораздо лучшего качества, чем те, которые получаются при комбинации проектора и прозрачного экрана; к тому же использовать одно устройство вместо двух или трех гораздо удобнее. Стоит это удобство дороже, но если от качества презентаций зависит весь ваш бизнес, думаю, стоит раскошелиться.

Телевизионный выход. Телевизионный выход используется для подключения портативного компьютера к обычному телевизору. Данные подаются на *телевизионный выход* (*TV-out*) либо в североамериканском телевизионном стандарте NTSC, либо в европейском PAL, иногда компьютеры поддерживают оба стандарта. После подключения телевизора, программное обеспечение позволит вам настроить картинку на экране. Современные видеоадаптеры и настольных, и портативных компьютеров, как правило, имеют телевизионные выходы.

Кроме видеоадаптеров, функцию преобразования сигнала могут выполнять и выпускаемые некоторыми производителями внешние устройства, которые с одной стороны подключаются к компьютерному порту VGA, а с другой — к телевизору. Эти устройства преобразуют цифровой сигнал VGA в аналоговый телевизионный сигнал стандарта NTSC или PAL.

Без сомнения, телевизионный выход — это исключительно удобное решение, поскольку вы практически получаете изображение, ограниченное только размерами самого телевизора; и если только вам не придется тащить телевизор с собой, весь набор презентационной техники ограничится одним портативным компьютером. Вот только по качеству изображения телевизоры, к сожалению, пока далеки от мониторов. Особенно это заметно, если изображения содержат много текста, как презентационные слайды и Web-страницы. Поэтому, прежде чем использовать компьютер с телевизионным выходом в качестве презентационного оборудования, как следует проверьте, как он работает с различными телевизорами.

Стыковочная станция

Поскольку в настоящее время многие портативные системы могут практически полностью заменить настольные компьютеры, все большую популярность приобретают так называемые *стыковочные станции* (*docking station*). Стыковочная станция представляет собой настольное устройство, подключаемое к портативному компьютеру и содержащее блок питания, набор портов для подключения полноразмерной клавиатуры, мыши, а также порты ввода-вывода и VGA-выход для стандартного настольного монитора.

При стыковке клавиатура и дисплей портативного компьютера автоматически отключаются, а другие компоненты: процессор, память и жесткий диск (т.е. собственно компьютер) продолжают работать. Получается, что вы работаете на том же компьютере, но используете полнофункциональный настольный интерфейс. Стыковочная станция может содержать и многие другие компоненты, например сетевой адаптер, внешние динамики, дополнительный жесткий диск или накопитель CD-ROM, слоты PC Card и устройство для перезарядки батареи.

Тут вам очень пригодится способность операционных систем, таких, например, как Windows 9*x*, поддерживать различные аппаратные конфигурации. *Аппаратная конфигурация* — это набор конфигурационных параметров, позволяющих системе работать с каждым из подключенных устройств. Чтобы использовать стыковочную станцию, создайте две аппаратные конфигурации: одну — для работы с подключенным внешним оборудованием, а другую — для работы в автономном режиме.

Стыковочные станции — замечательная вещь, они избавляют пользователя от множества проблем, связанных с параллельной работой на двух компьютерах — настольном и портативном. Не надо дважды устанавливать приложения и заботиться о синхронизации данных. Тра-

диционно все это делалось или через сеть, или через нуль-модем (т.е. кабель, соединяющий компьютеры через параллельные или последовательные порты). Теперь же у вас только один компьютер, и вы счастливы и свободны от проблем.

Стыковочные станции различаются между собой и разрабатываются специально для использования с конкретными моделями компьютеров. Отличаются и их цены, в зависимости от того, какое оборудование в них установлено. Но в любом случае они не так уж дороги, поскольку ни процессора, ни памяти, ни дисплея они не содержат.

Связь

Одним из главных применений портативных компьютеров является возможность во время путешествий и поездок поддерживать модемную связь с домом или офисом. Сейчас все чаще в отелях и аэропортах устанавливаются телефонные розетки, предназначенные именно для этой цели, однако нередко бывает и так, что трудно найти, куда подключить свой модем. Но, к счастью, на рынке уже есть продукты, помогающие разрешить эту проблему.

Глава 16

Сборка и модернизация компьютера

Сегодня сборка компьютера "с нуля" уже не выглядит так устрашающе, как раньше. Любую деталь для IBM-совместимого компьютера можно приобрести по вполне доступным ценам. В большинстве случаев собранный вами компьютер будет состоять из тех же компонентов, что и компьютеры известных фирм.

Однако самостоятельная сборка компьютера вряд ли сэкономит вам деньги. Причины этого очевидны: большинство современных производителей собирают компьютеры из тех же компонентов, что и вы. Однако они закупают детали оптом и при этом получают очень большую скидку. Кроме того, вам придется платить за доставку заказанных компонентов и телефонные переговоры.

Самостоятельная сборка компьютера имеет смысл только тогда, когда вашей целью является не экономия денег, а приобретение опыта. В итоге у вас будет настроенная система, состоящая из выбранных вами компонентов. А сам по себе приобретенный опыт — тоже стоящая вещь. Точно зная, как устроена система, вы легко сможете установить дополнительные комплектующие.

Итак, вы нуждаетесь в практических знаниях и хотите иметь свою систему, которую не предлагает ни одна фирма. В этом случае самостоятельная сборка IBM-совместимого компьютера — это именно то, что вам нужно. Если же компьютер необходимо получить в сжатые сроки и с гарантийным обслуживанием, то самостоятельная сборка — не для вас.

В этой главе подробно описаны компоненты, необходимые для сборки компьютера, а также даны некоторые рекомендации.

Компоненты компьютера

При сборке типичного ПК обычно используются следующие компоненты.

- Корпус с блоком питания.
- Системная плата (процессор, элементы памяти, порты ввода-вывода (последовательный, параллельный), контроллер IDE-накопителей и дисководов для гибких дисков).
- Накопитель на гибких магнитных дисках или Zip.
- Накопитель на жестком диске.
- Накопитель CD-ROM.
- Клавиатура и устройство позиционирования курсора (мышь).
- Видеоадаптер и монитор.
- Дополнительные компоненты (теплоотводящие элементы, вентиляторы, кабели, дополнительные детали, программное обеспечение).

Все эти компоненты подробно описываются в следующих разделах.

Корпус с блоком питания

Блок питания обычно встроен в корпус. Существует несколько его модификаций, но наиболее распространены версии для Baby-AT и новых конструкций для системных плат ATX. Ниже приведены самые популярные типы корпусов:

- Full Tower (высокая стойка);
- Mini-Tower (мини-стойка);
- Desktop (настольный);
- плоский корпус Low Profile (также называемый Slimline).

Не приобретайте для своего компьютера корпус Slimline, так как он предназначен для установки специальных системных плат типа Slimline и LPX. На плате LPX практически все компоненты встроены, а обычные разъемы (слоты) для подключения адаптеров дополнительных устройств отсутствуют. Они расположены на специальной надстроечной плате, которая вставляется в специальный разъем на системной плате. Платы адаптеров вставляются в эту надстроечную плату, что превращает их подключение в трудоемкий процесс.

Производители других корпусов (не Slimline) принимают в качестве стандарта системную плату Baby-AT, которая напоминает оригинальную плату IBM AT (но меньшую по размерам). Иными словами, Baby-AT — это нечто среднее между системными платами IBM AT и XT.

Большинство новых корпусов подходит как для стандартных системных плат Baby-AT, так и для плат ATX, однако старые корпуса, сконструированные специально для Baby-AT, не предназначены для системных плат ATX. Скорее всего, конструкция ATX со временем заменит системные платы Baby-AT. Таким образом, если вам нужны самые универсальные корпус и блок питания, которые в будущем не станут препятствовать модернизации компьютера, приобретите такую конфигурацию, которая поддерживает конструкции системных плат ATX и Baby-AT.

Выбор корпуса из предлагаемых Desktop и Tower основан только на личных предпочтениях. Большинство пользователей предпочитают полноразмерные корпуса Tower, так как они могут вмещать больше устройств хранения информации. В этих системах достаточно места для размещения накопителей на гибких и жестких магнитных дисках, лентах, CD-ROM и др.

В некоторых корпусах Desktop может быть столько же места, сколько в Tower (Mini-Tower). По сути, корпус Tower может рассматриваться как Desktop, поставленный на бок. Некоторые корпуса могут использоваться и как Desktop, и как Tower. При выборе корпуса помните о будущей модернизации.

Системная плата

Существует несколько совместимых конструкций для системных плат:

- Full-size AT (полноразмерная);
- Baby-AT;
- ATX;
- Micro-ATX;
- LPX;
- NPX.

Системная плата Full-size AT (полноразмерная) по конструкции полностью соответствует оригинальной плате IBM AT. Это довольно крупная плата шириной 12″ и длиной 13,8″. Платы такого типа подходят только для корпусов Tower и Desktop. В настоящее время существует тенденция к уменьшению размеров компонентов компьютеров, и большинство производителей больше не выпускают платы Full-size AT.

Конструкция Baby-AT, по сути, такая же, как и конструкция оригинальной системной платы IBM XT, изменено только расположение отверстий для винтов, а также в ином месте расположен разъем для клавиатуры и слотов расширения (рис. 16.1). Это сделано для того, чтобы плату можно было вставить в корпус типа AT. Практически на всех полноразмерных системных платах классов AT и Baby-AT установлены стандартные 5-контактные разъемы для клавиатуры типа DIN. Системные платы Baby-AT подходят для всех корпусов, кроме плоских и Slimline. Благодаря своей универсальности в настоящее время они являются самыми распространенными.

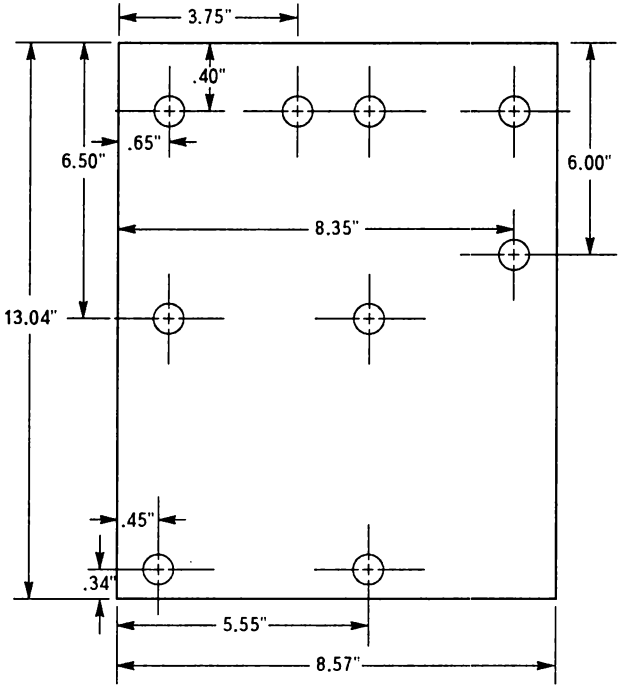


Рис. 16.1. Размеры системной платы Baby-AT

Самой современной является конструкция ATX, предложенная фирмой Intel в июле 1995 года (рис. 16.2). В настоящее время эта плата практически вытесняет конструкцию Baby-AT среди системных плат для Pentium, Pentium Pro и Pentium II. В отличие от Baby-AT, эта плата развернута на 90°, что позволяет разместить слоты расширения параллельно ее узкой стороне. При этом остается больше места для других компонентов, которым уже не мешают платы расширения. Элементы, выделяющие при работе большое количество тепла (например, процессор и микросхемы памяти), расположены рядом с блоком питания, который сконструирован таким образом, что его вентилятор направляет поток воздуха вдоль системной платы. Кроме того, блок питания платы ATX оборудован разъемом с ключом ("защита от дурака!"), который не может быть подсоединен наоборот, и подходит для материнских плат, питающихся от источника напряжения 3,3 В.

Если вы еще не приобрели системную плату конструкции ATX, то вскоре вам наверняка захочется сделать это. Дело в том, что практически все производители в конце концов перейдут на новый дизайн ATX, в результате чего эти системные платы станут более надежными и дешевыми.

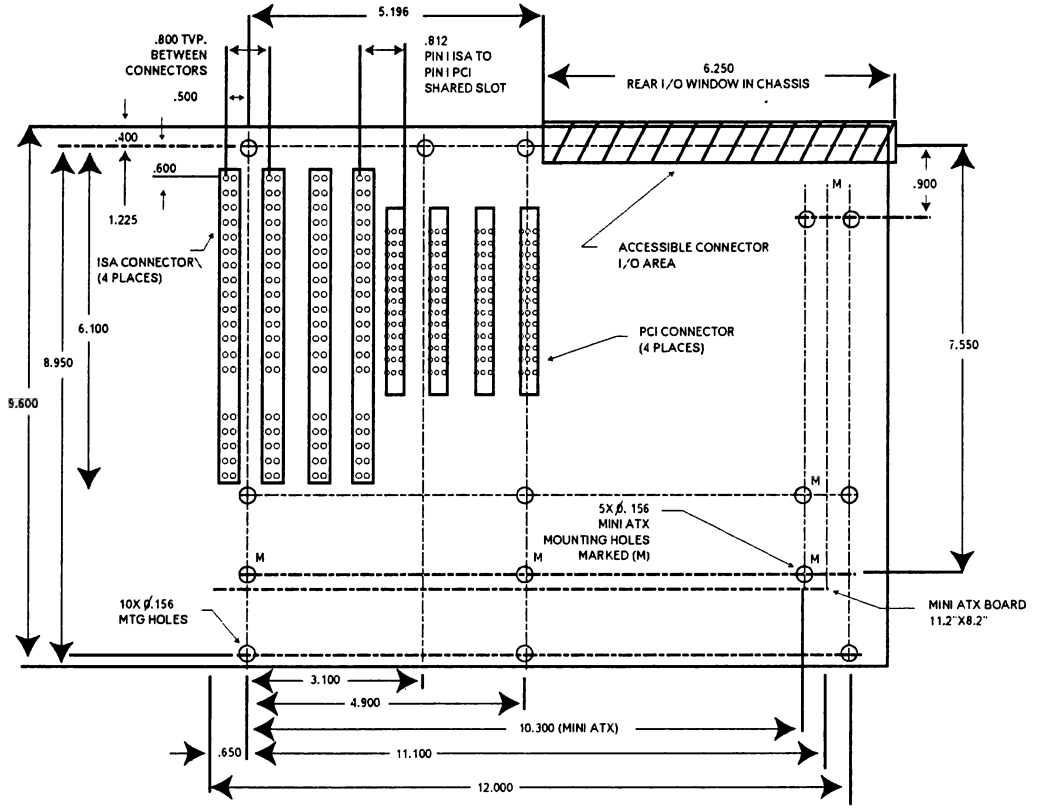


Рис. 16.2. Размеры системной платы ATX

В настоящее время также разрабатываются системные платы конструкций LPX и Mini-LPX. Для них подходит корпус Slimline, но для сборки собственного компьютера я *не стал бы* их покупать, так как они предназначены для определенных корпусов и дополнительных элементов. Такой вариант конструкции широко используется в IBM-совместимых компьютерах, которые имеются в розничной торговле.

Существуют некоторые различия между компьютерами, в которых установлены системные платы LPX, поэтому могут возникнуть проблемы, связанные с взаимозаменяемостью системных плат и корпусов. Я не рекомендую приобретать системы LPX, если вы планируете модернизировать свой компьютер. Дело не только в том, что трудно найти подходящую системную плату, но и в том, что в компьютерах LPX очень *мало* слотов для подсоединения плат дополнительных адаптеров, а также ограничено пространство для различных устройств. В общем, наиболее распространенным и универсальным вариантом сейчас является система Baby-AT.

Процессор. Кроме конструкции, необходимо учитывать и другие особенности системных плат. Особое внимание следует обратить на процессор и гнезда для установки микросхем: на новой системной плате должно быть гнездо для одного из типов семейств процессоров:

- Pentium;
- Pentium MMX;
- Pentium Pro;
- Pentium II;
- Pentium III.

На современных системных платах класса Pentium обычно имеется гнездо ZIF (Zero Insertion Force — малое усилие при установке) типа 7 (321-контактное гнездо Socket 7), в которое могут быть установлены процессоры Pentium с частотой 120–233 МГц. MMX-расширение процессора Pentium включает дополнительные инструкции для обработки и ускорения аудио- и видеофункций мультимедиа. Новейшие процессоры фирмы Intel Pentium III могут работать на частоте более 400 МГц и наилучшим образом подходят для работы с 32-разрядными системами высокого класса.

В зависимости от процессора и скорости, на которой он должен работать, на системной плате должны быть установлены перемычки. На ней также могут быть перемычки для управления напряжением, подаваемым на процессор. Все установки этих перемычек нужно тщательно проверить, иначе системная плата и процессор не будут нормально работать.

Набор микросхем. Вторым важным моментом при покупке системной платы (после процессора) является установленный *набор микросхем*. Обычно это от одной до пяти микросхем, в которых содержатся основные схемы системной платы. Они заменяют сто и более отдельных компонентов, используемых в оригинальной системе IBM AT. В набор микросхем могут входить контроллеры локальной шины (обычно — PCI), кэша, основной памяти, прерываний, прямого доступа к памяти и другие схемы. Используемый набор микросхем оказывает значительное влияние на производительность системной платы и определяет параметры и ограничения производительности, такие как объем и скорость кэша, объем и скорость основной памяти, тип и скорость процессора и т.д. Эти наборы микросхем обеспечивают работоспособность устройств AGP (Accelerated Graphics Port — улучшенные графический порт) и USB (Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина).

Рассмотрим несколько самых распространенных наборов для систем, работающих с Pentium. В настоящее время для системных плат класса Pentium на рынке представлено несколько высокопроизводительных наборов микросхем. Лучшие из них поддерживают память EDO (Extended Data Output — расширенный вывод данных), SDRAM (Synchronous DRAM — синхронное динамическое ОЗУ), конвейерный пакетный кэш SRAM (Static RAM — статическое ОЗУ), локальную шину PCI, ADM (Advanced Power Management — расширенные функции управления питанием) и другие функции, например интерфейс Ultra-DMA или IDE.

В настоящее время фирма Intel разрабатывает и производит большое количество наборов микросхем, как для процессоров собственного производства, так и для процессоров фирм AMD и Cyrix. Ниже приведены некоторые высокопроизводительные наборы микросхем для системных плат класса Pentium, Pentium Pro и Pentium II.

- *Intel 440BX AGPset*. Этот набор микросхем разработан для процессоров Pentium II с тактовой частотой 350 МГц и 400 МГц; поддерживает системную шину 66 МГц и 100 МГц и процессоры 233–400 МГц. Этот набор микросхем включает контроллер 82443BX Host Bridge, оптимизированный контроллер динамической оперативной памяти, интерфейс 2x AGP. Данный набор микросхем соответствует спецификации управлением питанием.
- *Intel 440LX AGPset*. Разработан для систем с процессором Pentium II; впервые в этом наборе микросхем была реализована поддержка AGP с помощью контроллера 8243LX PCI AGP Controller (PAC). Этот набор микросхем также соответствует спецификации управлением питанием и поддерживает протокол Quantum Ultra DMA, увеличивающий скорость передачи данных интерфейса ATA/IDE до 33 Мбайт/с.
- *Intel 440FX PCIset*. Этот набор микросхем разработан для систем с одним или двумя процессорами Pentium II или Pentium Pro; включает контроллер памяти и шины PCI 82441FX PCI and Memory Controller (PMC), ускоритель шины данных 82442FX Data Bus Accelerator (DBX) и 82371SB PCI ISA IDE Xcelerator (PIIX3); реализована поддержка шины USB.

- *Intel 430TX PCIset*. Этот набор микросхем разработан для систем с процессором Pentium MMX; включает системный контроллер 82439TX System Controller (MTXC) и 82371AB PCI ISA IDE Xcelerator (PIIX4).
- *Intel 430HX PCIset*. Этот набор микросхем разработан для систем с процессором Pentium (не MMX); включает системный контроллер 82437HX System Controller (TXC) и 82371FB PCI ISA IDE Xcelerator (PIIX); поддерживает до 512 Мбайт основной памяти.
- *Intel 430VX PCIset*. Этот набор микросхем также разработан для систем с процессором Pentium; включает системный контроллер 82437VX System Controller (TVX), два информационных канала 82438VX Data Paths (TDX) и 82371SB PCI ISA IDE Xcelerator (PIIX3); реализована поддержка USB.
- *Intel 430FX PCIset*. Этот набор микросхем также разработан для систем с процессором Pentium; включает системный контроллер 82437FX Triton System Controller (TSC), два информационных канала 82438FX Triton Data Path (TDP) и 82371FB PCI ISA IDE Xcelerator (PIIX). TSX поддерживает функции управления кэшем и основной памятью, а также обеспечивает управление шиной для обмена данными между процессором, кэшем, основной памятью и шиной PCI. Контроллер кэша L2 в TSC поддерживает кэш второго уровня размером 256 и 512 Кбайт. Кэш может соответствовать одному из двух стандартов: пакетной или конвейерной пакетной SRAM. TSC и TDP поддерживают до 128 Мбайт EDO или стандартной основной памяти. PIIX выполняет роль моста между PCI и ISA и включает в себя контроллер прямого доступа к памяти, контроллер прерываний, таймер-счетчик, поддержку управления питанием и расширенный интерфейс IDE с двумя IDE-разъемами для четырех IDE-устройств.

Другие производители наборов микросхем предлагают следующие решения:

- *Opti Viper*. 82C550 Viper-DP фирмы Opti поддерживает не только процессор Pentium, но и процессоры AMD K5 и Cyrix M1 в конфигурациях как с одним, так и с двумя процессорами. Набор Viper-DP состоит из трех микросхем: контроллера буфера данных 82C556 (DBC — Data Buffer Controller), контроллера системы 82C557 (SC — System Controller) и контроллера интегрированных внешних устройств 82C558 (IPC — Integrated Peripherals Controller). SC является главной микросхемой, которая включает в себя контроллер основной памяти, контроллер кэша L2 и интерфейсы шин PCI и VLB. IPC содержит контроллер шины ISA, контроллеры прямого доступа к памяти и прерываний, а также переходник между PCI и ISA. Буферы DBC, процессор и основная память содержат цепи генерации и проверки четности. Viper поддерживает до 512 Мбайт EDO или стандартной основной памяти с проверкой четности или без нее и позволяет расширять кэш второго уровня L2 до 2 Мбайт, благодаря асинхронному, пакетному или конвейерному пакетному SRAM.
- *ALI Aladdin*. Набор микросхем Aladdin M1510 фирмы Acer Laboratories, Inc. поддерживает процессоры семейства Pentium, AMD K5 и Cyrix M1 в конфигурациях с одним и двумя процессорами. Набор Aladdin M1510 состоит из четырех микросхем. Одна из них — контроллер памяти/кэша M1511, который поддерживает как EDO-память, так и стандартную память и позволяет наращивать ее до 768 Мбайт с проверкой четности или без нее. Эта микросхема также поддерживает до 1 Мбайт кэша второго уровня, включая поддержку SRAM. Другая микросхема — контроллер ввода-вывода системы M1513 — включает интерфейс шины PCI, контроллеры прямого доступа к памяти и прерываний, цепи таймеров, расширенный IDE-интерфейс PCI, интегрированный контроллер клавиатуры. И, наконец, две микросхемы буферов данных M1512 используются для обмена данными между процессором и основной памятью.

- *AVI Apollo MVP3*. Этот набор микросхем разработан для семейства процессоров Pentium (Socket 7); поддерживает системную шину 100 МГц, AGP, интерфейс EIDE UltraDMA-33, систему управления питанием, различные типы микросхем памяти. Состоит из системного контроллера VT82C598AT и моста PCI-ISA VT82C586B.

Выбирая набор микросхем, обратите внимание на следующее:

- SDRAM- или EDO-память;
- конвейерный пакетный (также называемый синхронным) кэш SRAM;
- поддержку памяти ECC (код с исправлением ошибок);
- расширенные функции управления питанием APM;
- поддержку MMX;
- локальную шину PCI.

На сегодняшний день большинство наборов микросхем для Pentium должно поддерживать эти функции. При покупке системной платы приобретите документацию (которая обычно называется *Data Book*) к вашему конкретному набору микросхем. Это поможет разобраться в работе контроллеров кэша и памяти, а также других устройств системы. В документации также описывается, как выполнять настройку набора микросхем с помощью функций системной программы SETUP. Используя эту документацию, вы сможете настроить системную плату оптимальным образом. Поскольку наборы микросхем непрерывно совершенствуются и постоянно появляются новые версии, я настоятельно рекомендую не затягивать с приобретением документации, ведь большинство производителей распространяет ее только для тех наборов, которые еще находятся в производстве.

Замечание

Еще одна интересная деталь, касающаяся наборов микросхем, состоит в том, что цена, по которой производители системных плат их покупают, составляет обычно около $40. Если у вас старая системная плата и ей требуется ремонт, вы не сможете купить необходимый набор микросхем, потому что обычно производители по окончании выпуска их не сохраняют. Низкая стоимость наборов микросхем для системных плат стала одной из причин, по которой системные платы практически перестали ремонтировать, поскольку их проще заменить.

BIOS. Еще одним важным элементом системной платы является *BIOS* (*Basic Input Output System* — базовая система ввода-вывода). Ее также называют *ROM BIOS* (Read Only Memory — постоянное запоминающее устройство, ПЗУ), поскольку программа хранится в микросхеме, не предоставляющей возможности перезаписи. Есть несколько моментов, на которые нужно обратить внимание. Во-первых, нужно убедиться, что BIOS произведена одной из ведущих в этой области фирм (AMI, Phoenix, Award или Microid Research), и, во-вторых, что BIOS содержится в специальной перепрограммируемой микросхеме, называемой *Flash ROM* или *EEPROM* (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* — электрически стираемое программируемое ПЗУ). Это позволит вам с помощью специального программирующего устройства легко заменить старую программу новой, полученной от производителя BIOS. Если у вас нет Flash ROM или EEPROM, для обновления BIOS придется заменять микросхему.

Убедитесь, что системная плата и BIOS поддерживают технологию Plug and Play. Это позволит значительно упростить установку новых плат, в особенности плат Plug and Play, благодаря автоматической установке параметров плат и разрешению аппаратных конфликтов на уровне операционной системы (Windows 95 и Windows 98).

Память. Так же, как и основная память, кэш второго уровня является необходимой составной частью компьютера. Кэш поставляется в виде отдельных микросхем SRAM или так называемых *COAST* (*Cache On A Stick*), или *CELP* (*Card Edge Low Profile*). Это новый стандарт для кэша SIMM. У COAST/CELP SIMM и обычных SIMM основной памяти различное количество выводов, поэтому они не являются взаимозаменяемыми.

Большинство материнских плат для процессоров Pentium поддерживает минимум 256–512 Кбайт кэша. Существует три типа микросхем кэша: *стандартный асинхронный кэш* (*standard asynchronous cache*), *пакетный кэш* (*burst cache*) и *конвейерный пакетный кэш* (*pipeline burst cache*). Последние модели обладают высочайшей производительностью, поэтому желательно, чтобы системная плата могла с ними работать. Большинство новых плат Pentium поддерживает микросхемы конвейерного пакетного кэша, в то время как большинство плат 486 его не поддерживает. Дело в том, что такой быстродействующий кэш в действительности не нужен для "медленных" шин с частотой 33–40 МГц; его использование эффективно только на высокоскоростных шинах Pentium, работающих с частотой 60–66 МГц и выше.

Для процессоров Pentium Pro и Pentium II необходим дополнительный кэш второго уровня, поскольку кэш первого уровня интегрирован с процессором.

Основная память обычно устанавливается в виде модулей *SIMM* (*Single Inline Memory Modules* — модули с однорядным положением микросхем) или в виде модулей *DIMM* (*Dual Inline Memory Modules* — модули с двухрядным положением микросхем). На сегодняшний день в IBM-совместимых компьютерах используется три различных вида модулей основной памяти, и у каждого из них есть несколько своих модификаций. Этими видами микросхем основной памяти являются:

- 30-контактный SIMM;
- 72-контактный SIMM;
- 168-контактный DIMM.

Самым распространенным модулем памяти является 72-контактный SIMM, хотя всего несколько лет назад большинство систем поставлялось только с 30-контактными SIMM. Во многих системах высокого класса используются DIMM, так как они являются 64-разрядными и могут выполнять роль полного банка памяти на компьютерах классов Pentium, Pentium Pro и Pentium II. В зависимости от типа процессора для установки полного банка памяти требуется разное количество SIMM, и в этом плане 72-контактный SIMM в четыре раза эффективнее, чем 30-контактный.

Например, для установки полного банка памяти на компьютере 486 понадобится четыре 30-контактных SIMM, в то время как при использовании 72-контактного SIMM потребовался бы только один модуль памяти. Все дело в том, что 72-контактный SIMM хранит информацию в 32-разрядном коде, а 30-контактный SIMM — только в 8-разрядном. Аналогично, 64-разрядной шине для заполнения банка памяти понадобится два 72-контактных SIMM или один 168-контактный DIMM.

Модули памяти могут включать на каждые восемь разрядов еще один дополнительный, используемый для проверки четности. Такие модули использовались в большинстве старых системных плат и назывались *SIMM или DIMM с контролем четности*. Большинство современных системных плат не поддерживает проверки четности, а это означает, что вы не сможете использовать функции контроля четности, если установленные модули SIMM их поддерживают. Вы, конечно же, можете установить эти модули, но дополнительные биты контроля четности использоваться не будут. Я не согласен с таким подходом, но многие новые системные платы (например, использующие набор микросхем Triton фирмы Intel) вообще не могут использовать контроль четности! Большинство других наборов микросхем, включая новый Triton II, поддерживает проверку четности.

Еще одним моментом, на который стоит обратить внимание, является металлическое покрытие контактов модулей памяти. Контакты могут быть покрыты оловом или золотом. Поскольку контакты с золотым покрытием действительно лучше, предпочтительнее во всех системах использовать именно их. При этом необходимо следить, чтобы покрытие контактов модулей памяти соответствовало покрытию контактов разъемов, в которые эти модули будут устанавливаться. Другими словами, если контакты SIMM или DIMM разъемов системной платы покрыты оловом, вы *должны* использовать модули SIMM или DIMM, у которых контакты также покрыты оловом.

Если вы перепутаете контакты, то значительно ускорите процесс окисления оловянного покрытия. Это приведет к разрушению контактов и к различным проблемам с памятью, а также к возникновению ошибок. Однажды я наблюдал за системами в течение года, пока происходило окисление. Вначале все шло хорошо, однако со временем окисление контактов привело к возникновению случайных ошибок в памяти. Извлечение модулей памяти и чистка контактов разъемов и микросхем позволили устранить эту проблему, но только на один год, после чего история повторилась. Как вы отнесетесь к такого рода неприятностям, если вы обслуживаете сто или больше компьютеров? Вы можете избежать этих проблем, если настоите на том, чтобы металл на контактах устанавливаемых SIMM совпадал с покрытием разъемов, в которые они устанавливаются.

И последнее, что нужно учесть: в некоторых системах сейчас используется особый вид памяти, называемый *EDO*. Эти микросхемы памяти слегка изменены и стоят не намного дороже стандартной не EDO-памяти, но на системных платах, в которых предусмотрено их использование, они работают с повышенной производительностью. Системные платы, поддерживающие память EDO, также могут работать со стандартной не EDO-памятью, но при этом увеличения производительности не будет. Память EDO можно установить и в старую систему, которая не поддерживает данной функции, потому что эта память совместима со стандартной памятью. Однако это не приведет к повышению производительности.

Порты ввода-вывода. В большинство современных системных плат порты ввода-вывода встроены. Если они не встроенные, их необходимо подключить к плате расширения, что, к сожалению, займет свободный слот расширения. Большинство систем включают следующие порты:

- порт подключения мыши (так же называемый портом типа PS/2);
- два порта Enhanced IDE на локальной шине (основной и вспомогательный);
- контроллер накопителей на гибких магнитных дисках;
- два последовательных порта (с буфером типа 16550A);
- параллельный порт (типа EPP/ECP).

Большинство системных плат также поддерживают шину *USB* (*Universal Serial Bus* — универсальная последовательная шина).

В настоящее время такие порты встраиваются непосредственно в системную плату. Это стало возможным благодаря тому, что несколько фирм — разработчиков микросхем разместили все эти порты (кроме порта мыши, использующего контроллер клавиатуры) на одной микросхеме Super I/O! Такие микросхемы обычно стоят менее $5 в партиях от 1000 штук и более, и установка этих элементов прямо в системную плату позволяет выпускать более дешевые платы и сохранять слот расширения.

Если на системной плате нет этих устройств, для их установки необходимо воспользоваться одной из доступных плат серии Super I/O или Multi I/O. В большинстве новых плат этой серии также используется только одна микросхема, поскольку это дешевле и надежнее.

В некоторые современные системные платы интегрируются видео-, звуковые и даже сетевые адаптеры. Преимущества очевидны: вы получаете практически готовую систему и не нужно тратить деньги на приобретение дополнительных устройств. Однако стоит сказать, что

существуют различия (и довольно существенные) в производительности интегрированных компонентов и компонентов, выполненных в виде отдельных плат. Кроме того, модернизация системы приведет к большим расходам, поскольку придется покупать много компонентов — от системной до звуковой платы.

Накопители на магнитных дисках и устройства резервного хранения

Очевидно, что вам понадобится накопитель на гибких магнитных дисках. Скорее всего, это будет 3-дюймовый дисковод емкостью 1,44 Мбайт.

Кроме того, обратите внимание на устройство Zip, разработанное фирмой Iomega. Этот накопитель с дискетами емкостью 100 Мбайт чаще всего можно увидеть в новейших системах. Внутренние устройства Zip выпускаются с интерфейсом EIDE или SCSI. Практически все производители BIOS включили поддержку этих устройств. Существует также множество других устройств резервного хранения, например Jaz с картриджами 1 Гбайт и 2 Гбайт, LS-120, Syquest, но все-таки я рекомендую приобрести Zip 100 Мбайт.

Накопители на жестких дисках

Для компьютера также понадобится жесткий диск. Для большинства случаев рекомендуется диск емкостью 2 Гбайт, но иногда можно ограничиться и диском поменьше. В хорошо оборудованных компьютерах жесткий диск должен иметь объем 2–8 Гбайт и больше. Наиболее распространенным является интерфейс IDE. При установке одного или двух жестких дисков предпочтительнее выбирать интерфейс IDE, который обеспечивает наибольшую производительность. Что касается интерфейса SCSI, то его лучше использовать при работе более чем с двумя жесткими дисками или с многозадачными операционными системами. Устройства с интерфейсом SCSI являются более "интеллектуальными"; они могут брать на себя часть работы процессора по выполнению операций ввода-вывода.

Большинство накопителей на жестких дисках известных фирм-производителей имеет примерно одинаковую производительность и практически не различается по стоимости и качеству.

Накопитель CD-ROM

В наши дни накопитель CD-ROM является неотъемлемой составной частью компьютера, так как большая часть программного обеспечения сейчас распространяется на компакт-дисках, в особенности программы мультимедиа. В современных системах уже имеется возможность загрузки с накопителя CD-ROM. Для достижения желаемого эффекта при использовании CD-ROM рекомендуется выбирать накопитель с интерфейсом EIDE минимум 12x или 16x.

Если у вас есть некоторое количество свободных денег, я рекомендовал бы приобрести устройства CD-R, CD-RW или DVD-ROM. Это весьма дорогостоящие устройства, но приобретя их, вы сразу ощутите все преимущества их использования.

Клавиатура и устройство позиционирования курсора (мышь)

Очевидно, что для компьютера понадобятся клавиатура и устройство позиционирования курсора, например мышь. Выбор конкретной модификации этих устройств напрямую зависит от личных предпочтений пользователя. Разным пользователям нравятся разные типы клавиатур, и вам придется перепробовать немало клавиатур, прежде чем вы найдете наиболее подходящую. Одним нравятся клавиатуры с упруго нажимающимися клавишами, которые можно хорошо "прочувствовать", в то же время есть немало людей, которые предпочитают "мягкие" клавиатуры, с легким нажатием клавиш.

Существует два типа разъемов для клавиатур, поэтому при покупке клавиатуры удостоверьтесь, что ее разъем совпадает с разъемом, установленным на системной плате. В большинстве плат Baby-AT для клавиатур используются 5-контактные разъемы DIN, в то время как почти во всех платах ATX применяются 6-контактные разъемы Mini-DIN. В настоящее

время производители плат постепенно переходят на использование разъемов Mini-DIN. При покупке некоторых системных плат у вас наверняка появится возможность выбрать нужный разъем клавиатуры. Если все же оказалось, что разъемы системной платы и клавиатуры не совпадают, воспользуйтесь переходником.

То же самое относится и к другим устройствам позиционирования курсора (например, к мыши). Каждый может выбрать наиболее подходящий вариант из большого количества разнообразных модификаций. Прежде чем окончательно решить, что именно приобрести, перепробуйте несколько вариантов. Если в вашей системной плате есть встроенный порт мыши, убедитесь, что выбранный вами разъем совпадает с ним. Мышь с таким разъемом обычно называется *мышью типа PS/2*, так как впервые порт мыши этого типа был использован в системах PS/2 фирмы IBM. В многих компьютерах для подключения мыши используется последовательный порт, но если у вас есть возможность воспользоваться портом мыши, встроенным в системную плату, лучше использовать его. Подсоединив мышь к встроенному порту, вы получите возможность использовать оба последовательных порта для подключения других устройств.

Видеоадаптер и монитор

При сборке компьютера вам обязательно понадобятся видеоадаптер и монитор. Особое внимание следует уделить выбору монитора. Монитор является основным средством общения с системой, и в зависимости от его качества часы работы за компьютером принесут вам либо наслаждение, либо страдания. Обычно для работы с мелкими изображениями рекомендуется использовать монитор минимум с 17-дюймовым экраном, поскольку мониторы меньшего размера не смогут качественно отобразить мелкие детали изображения с разрешением 1 024×768 точек и вам придется переключиться в режим 800×600. Это может внести некоторую путаницу, поскольку на самом деле 15-дюймовые мониторы могут показывать изображения с разрешением 1 024×768 и более, но проблема заключается в том, что при таком разрешении мелкие детали изображения будут выглядеть на экране слишком маленькими. Если вам необходимо работать с *мелкими* изображениями, приобретите 17-дюймовый монитор.

Видеоадаптер и монитор должны быть совместимы по частоте регенерации. Чтобы изображение не мерцало, частота кадров должна составлять не менее 72 Гц (чем больше, тем лучше). Объем памяти должен быть не менее 2 Мбайт, лучше — 4 Мбайт.

В последнее время практически все производители видеоадаптеров переходят к стандарту AGP, хотя продолжают выпускать и видеоадаптеры PCI. Какому видеоадаптеру отдать предпочтение? Это зависит от типа системной платы. Если у вас есть порт AGP, приобретите видеоадаптер AGP.

Звуковая плата и колонки

Для любого мультимедийного компьютера обязательными являются как звуковая плата, так и внешние громкоговорители (колонки). Звуковая плата должна быть совместима с платой Sound Blaster фирмы Creative Labs, которая устанавливает стандарты в этой области. Выбор колонок — ваше личное дело. Потратив совсем немного денег, можно приобрести небольшие колонки, а, если есть желание и возможность, то — побольше и подороже.

Устройства USB

Универсальная последовательная шина (Universal Serial Bus — USB) — новый стандартный порт ввода/вывода. Этот порт поддерживает до 127 устройств Plug and Play и поддерживает скорость передачи данных до 12 Мбит/с. К этой шине вы можете подключать различные устройства — от клавиатуры до монитора. В настоящее время в продаже появилось огромное количество этих устройств, поддерживающих шину USB.

Вспомогательные элементы

Для комплектации системы вам понадобятся вспомогательные элементы — небольшие детали, которые помогут завершить сборку.

Теплоотводящие элементы. Большинство современных процессоров выделяют много тепла. Это тепло необходимо отводить, в противном случае компьютер будет работать нестабильно или вообще не будет работать. Существует два типа теплоотводящих элементов: пассивные и активные.

Пассивные теплоотводящие элементы — это куски металла (обычно алюминия), которые присоединяются или приклеиваются к процессору. Они выполняют роль радиаторов, становясь дополнительными, рассеивающими тепло элементами процессора. Я рекомендую устанавливать пассивный теплоотводящий элемент, поскольку он не может сломаться. Иногда для улучшения циркуляции температуры между процессором и теплоотводящим элементом необходимо с помощью теплопроводящей смазки или липкой ленты устранить воздушные зазоры. Это приведет к максимально эффективному отведению тепла.

Активные теплоотводящие элементы — это вентиляторы. Они обеспечивают более качественное охлаждение, чем пассивные теплоотводящие элементы, но для их работы необходимо дополнительное питание и у них не такой высокий уровень надежности. В них часто используются дешевые механизмы, поэтому вентиляторы быстро ломаются, что может привести к перегреву процессора и сбоям в системе. Выбирая активный теплоотводящий элемент, не покупайте дешевых вентиляторов, поскольку они очень ненадежны.

Замечание

Обратите внимание, что новые системные платы типа ATX сконструированы таким образом, что установленный на них блок питания направляет охлаждающий поток воздуха непосредственно на процессор. Такая усовершенствованная конструкция системной платы типа ATX позволяет отказаться от использования каких бы то ни было вентиляторов, устанавливаемых на процессор.

Кабели. Для подсоединения всех элементов к компьютеру понадобится определенное количество кабелей. Имеются в виду кабели питания, кабели накопителей на магнитных дисках, кабели приводов CD-ROM и многие другие. В большинстве случаев приобретенные устройства сопровождаются прилагаемыми к ним кабелями, но иногда их может и не быть. Еще одним преимуществом системной платы ATX является наличие выведенных наружу разъемов ввода-вывода, размещаемых на обратной стороне платы. Это позволяет устранить путаницу с проводами, которая обычно наблюдается в большинстве систем конструкции Baby-AT.

Дополнительные детали. Для сборки компьютера понадобятся болты, прокладки и другие мелкие детали. Большинство из них поставляется в комплекте с корпусом, но иногда их может понадобиться больше.

Программное обеспечение. Для работы на компьютере нужно установить какую-либо операционную систему (DOS, Linux или Windows). Большинство разработчиков программного обеспечения включают в поставку операционной системы вспомогательные программы. Кроме того, есть широкий выбор приложений, которые также могут понадобиться.

Сборка и разборка компьютеров

Сборка и разборка компьютеров обычно не вызывает особых трудностей. Конструкции и внешний вид основных узлов практически одинаковы у компьютеров разных фирм-изготовителей, а при сборке, за редкими исключениями, используются всего несколько стандартных разновидностей крепежных деталей.

В компьютере не так много составных частей. В этой главе рассказывается о разборке и сборке таких узлов, как:

- корпус;
- плата адаптера;
- дисковые устройства;
- блок питания;
- системная плата.

С точки зрения разборки и сборки, узлы лучше всего классифицировать по типу их корпуса. Например, все компьютеры с корпусом AT разбираются и собираются почти одинаково. Корпус Tower (башня), в сущности, представляет собой корпус AT, повернутый набок, а значит, он разбирается так же, как и AT. Большинство корпусов Slimline (плоский) и XT также имеют много общего.

Ниже рассматриваются конкретные операции по сборке и разборке нескольких классов компьютеров, включая все стандартные IBM-совместимые модели.

Подготовка к сборке

Прежде чем приступить к разборке компьютера, необходимо выполнить несколько подготовительных операций. Во-первых, надо принять меры защиты от электростатического разряда; во-вторых, — записать конфигурацию компьютера, включая аппаратные (положение перемычек и переключателей, схемы кабельных соединений) и логические характеристики (установки CMOS).

Защита от электростатического разряда. Работая с открытым корпусом компьютера, вы должны принять меры, исключающие случайный электростатический разряд через сигнальные цепи. Ваше тело всегда заряжено до некоторого потенциала относительно цепей компьютера, и этот потенциал может оказаться опасным для полупроводниковых компонентов. Прежде чем забраться внутрь открытого устройства, коснитесь проводящего участка его шасси, например крышки блока питания. При этом потенциалы тела и общего провода компьютера уравняются. Считается, что при этом заряд обязательно должен "стечь на землю", но это требование совершенно излишне.

Я не советую вам работать с открытым компьютером со вставленным в розетку сетевым шнуром, так как вы вполне можете его включить в самое неподходящее время или просто забыть выключить. Кроме того, в данном случае довольно высока вероятность попадания в компьютер влаги или маленьких предметов, что может вызвать короткое замыкание на электронной плате и привести к ее повреждению. После того как испортил плату адаптера, вставляя ее в слот включенного компьютера, я понял, что вилку из розетки лучше вынимать.

Конечно, в этом случае электрический заряд не может "стечь" на провод заземления. Однако проблема заключается не в том, есть ли заряд на устройстве, а в том, протекает ли ток разряда от одного тела к другому через чувствительные цепи. Касаясь шасси компьютера или любой другой соединенной с ним части компьютера, как уже было сказано, вы уравниваете потенциалы своего тела и общего провода компьютера, поэтому никакие токи между вами и схемой протекать не будут.

Более сложный способ равномерного распределения потенциалов между вами и компонентами компьютера заключается в применении рассмотренного выше защитного электростатического комплекта. В комплект входит браслет и проводящий коврик, снабженный проводами для подключения к шасси. При работе с компьютером подложите коврик под системный блок. После этого соедините его проводом с шасси и наденьте антистатический браслет. Поскольку коврик и шасси уже соединены, провод от браслета можно подключить к любому из этих предметов. Если у вас нет коврика, подсоедините провод к шасси. В местах подключения соединительных проводов шасси компьютера не должно быть окрашено, в противном случае электрического контакта не будет. Все эти меры направлены на то, чтобы равномерно распреде-

лить электростатические заряды между вашим телом и узлами компьютера и избежать появления опасных токов.

Положите на антистатический коврик вынутые из компьютера элементы — накопители на жестких и гибких дисках, платы адаптеров и особо хрупкие компоненты — системную плату, модули памяти SIMM и процессор. Не ставьте системный блок так, чтобы он занимал весь коврик (потом вам придется переставлять его, чтобы освободить место для демонтированных узлов). Если вы хотите вынуть системную плату, сначала освободите для нее место на коврике.

Если у вас нет коврика, размещайте вынутые схемы и устройства прямо на столе. Платы адаптеров всегда держите за металлический кронштейн, которым они крепятся к корпусу. Кронштейн соединен с общим проводом платы, и возможный электростатический разряд не приведет к повреждению компонентов адаптера. Если у платы нет металлического кронштейна (как, например, у системной платы), аккуратно держите ее за края и не касайтесь установленных на ней компонентов.

Внимание!

Иногда рекомендуют класть вынутые платы и микросхемы на алюминиевую фольгу, *но этого делать нельзя!* На многих платах адаптеров и системной плате установлены литиевые или никель-кадмиевые батареи (аккумуляторы). Эти батареи весьма бурно реагируют на короткое замыкание, которое может произойти, если вы положите плату на фольгу. Батареи быстро перегреваются и взрываются, как петарды, причем разлетающиеся осколки весьма опасны для глаз. Поскольку вы можете не знать, установлен ли на конкретной плате аккумулятор, придерживайтесь общего правила: никогда не кладите платы на проводящую металлическую поверхность.

Запись параметров конфигурации. Прежде чем в последний раз выключить компьютер перед снятием крышки, запишите его жизненно важные параметры. При работе с компьютером вы можете намеренно или случайно удалить информацию из CMOS-памяти. В большинстве компьютеров установлена интегральная схема CMOS со специальным батарейным (аккумуляторным) питанием, выполняющая функции часов и хранящая параметры конфигурации системы во встроенном ОЗУ. Если отключить батарею или случайно замкнуть контакты этой микросхемы, содержимое CMOS-памяти будет потеряно. В ней обычно хранится информация о количестве и типах установленных дисковых устройств, а также дата, время и различные аппаратные установки.

Особенно важна информация о параметрах жесткого диска. Если большинство данных при следующем включении компьютера довольно легко восстанавливается вручную либо автоматически, то с информацией о параметрах жесткого диска дело обстоит иначе. Большинство современных программ BIOS может считывать информацию о типе непосредственно с большинства IDE- и со всех SCSI-дисковых устройств. Однако старым программам BIOS необходимо явно задавать параметры установленного жесткого диска.

Запишите также ориентацию разъемов всех кабелей. В компьютерах солидных фирм используются кабели и разъемы с ключами, но в более дешевых моделях таких "излишеств" нет. Вы можете перепутать соединительные кабели гибких и жестких дисков, поэтому заранее пометьте каждый из них. В плоских кабелях проводник с номером 1 имеет другой цвет. На разъеме устройства, к которому нужно подключать такой кабель, также ставится какая-нибудь метка, обозначающая первый контакт.

Хотя изложенные рекомендации и требования очевидны, часто возникают инциденты, связанные с неправильным подключением кабелей. К счастью, в большинстве случаев перевернутый разъем или перепутанный кабель не приводит к фатальным последствиям (но только в том случае, если этот кабель или разъем не имеет отношения к блоку питания!).

Источник питания и батареи составляют исключение из этого правила. Если вы, например, вставите разъем питания системной платы "шиворот-навыворот" или поместите его не в

то гнездо, на шине питания на 5 В может оказаться напряжение +12 В. Вы при этом увидите неплохой фейерверк из взрывающихся микросхем. Если же вы неправильно вставите аккумулятор питания CMOS-памяти, микросхема выйдет из строя.

Установка системной платы

При установке новой системной платы, прежде всего, ее нужно распаковать и проверить, все ли на месте. Обычно в комплект поставки, кроме самой платы, входят несколько кабелей для подключения устройств ввода-вывода и документация. Если вы заказывали плату с процессором или памятью, то, скорее всего, они будут установлены на плате, но бывает, что их упаковывают отдельно. Иногда в комплект включают заземляющий браслет, чтобы при установке платы предотвратить ее повреждение электростатическим разрядом.

Подготовка новой платы к установке. Перед установкой в компьютер новая плата должна быть сконфигурирована для работы с конкретным процессором. На большинстве современных плат есть перемычки, задающие быстродействие процессора и его рабочее напряжение. Если их неправильно установить, система может не работать вообще или работать неустойчиво, а может даже повредить процессор. Поэтому при любых сомнениях в отношении установки перемычек лучше сразу обратиться к продавцу системной платы.

Большинство современных процессоров нуждается в отведении тепла. Чтобы установить на системную плату процессор и теплоотводное устройство, выполните следующие действия:

1. Вытащите новую плату из антистатического пакета, в котором она продавалась, и положите ее сверху на пакет или на антистатический коврик, если он у вас есть.
2. Прочитайте в документации производителя платы, как правильно установить на плате перемычки для работы с вашим конкретным процессором. В документации должна быть схема, показывающая расположение перемычек, и таблица с вариантами их установки для разных типов процессоров. Если плата продавалась с уже установленным на ней процессором, перемычки должны быть установлены правильно, но проверить их все же не помешает.
3. Найдите на процессоре контакт 1. Обычно один из углов микросхемы слегка скошен или помечен точкой, возле него и находится первый контакт. Затем найдите контакт 1 в ZIF-гнезде для процессора, находящемся на системной плате. Теперь нужно поднять рычаг и поместить микросхему в разъем, совместив контактные выводы с соответствующими отверстиями. Если процессор в разъем не входит, проверьте, правильно ли он ориентирован и совпадают ли контакты. Когда процессор войдет как следует, опустите зажимающий рычаг, чтобы зафиксировать микросхему в гнезде.
4. Если теплоотвод не был закреплен на процессоре сразу, то теперь самое время его установить. Большинство теплоотводных устройств закрепляются или на самом процессоре, или крепятся к гнезду одним либо несколькими зажимами. Будьте особенно осторожны при прикреплении теплоотвода к гнезду, постарайтесь не царапать плату, чтобы не повредить припаянные к ней элементы или электрические соединения. Перед установкой теплоотвода хорошо бы смазать процессор теплопроводящим составом. Тогда между процессором и теплоотводом не будет воздуха, затрудняющего отвод тепла от процессора.

Установка модулей памяти. Системная плата, конечно же, не будет работать без установленной на ней памяти. В современных платах используются два типа модулей памяти: SIMM и DIMM. Эти модули устанавливаются в разъемы по-разному. Обычно первыми задействуются разъемы (или банки) с наименьшими номерами. Часто модули устанавливаются парами, а иногда — даже по четыре. Поэтому перед установкой рекомендую еще раз заглянуть в документацию к плате; там должно быть сказано, какие разъемы и в каком порядке заполнять первыми и как установить модули того типа, который использует ваша плата.

Как закрепить новую плату в корпусе. Обычно системная плата закрепляется в корпусе одним или несколькими винтами и пластмассовыми стойками. Если корпус новый, сначала нужно вставить одну или несколько пластмассовых или металлических стоек в специально предназначенные для них отверстия. Процедура установки платы следующая.

1. Сначала может понадобиться извлечь пластмассовые стойки старой платы. С помощью тонких пассатижей аккуратно сожмите верхушку стойки и проденьте ее сквозь отверстие в плате. Осмотрите предназначенные для стоек отверстия в плате. Если вокруг отверстия напаян металлический круг, это значит, что отверстие предназначено для металлической стойки, а если круга нет — для пластиковой. Теперь металлические стойки нужно ввинтить в отверстия в шасси корпуса так, чтобы они располагались напротив соответствующих им отверстий в плате (рис. 16.3).
2. Пластиковые стойки надо вставить снизу в саму плату. Нажмите — и они со щелчком станут на место.
3. Теперь опустите плату в корпус так, чтобы все стойки попали в соответствующие прорези. Если необходимо, немного подвигайте плату из стороны в сторону. При правильной установке платы все отверстия для винтов в плате и шасси корпуса совпадают.
4. Возьмите уже использовавшиеся винты и пластиковые шайбы и привинтите плату к шасси.

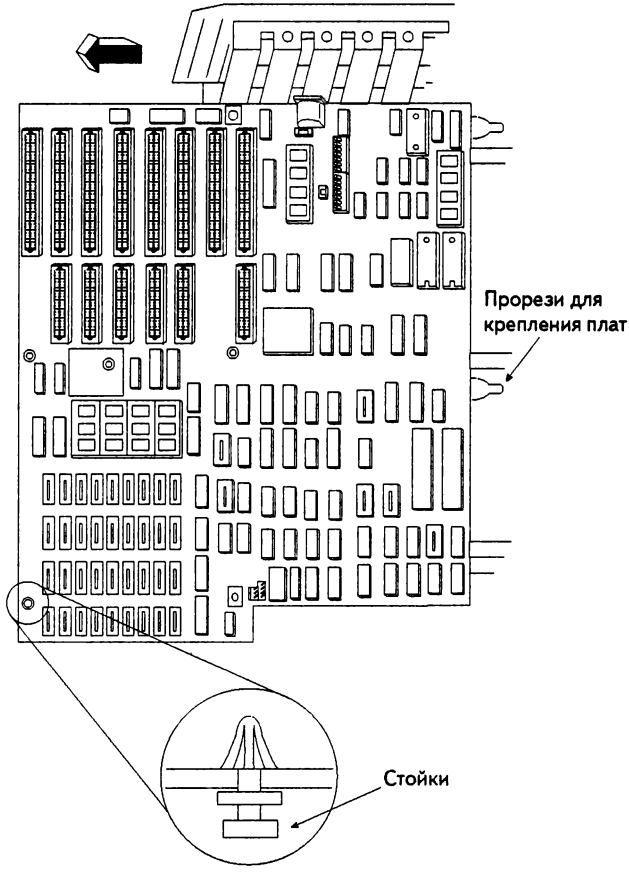


Рис. 16.3. Установка пластмассовых стоек в новую системную плату

Подключение питания. В новых ATX-платах для подключения питания используется только один разъем, который подключается одним единственным способом. В корпусах других конструкций обычно используются два отдельных разъема, каждый из которых содержит по 6 проводов (рис. 16.4). Они могут быть не помечены, и поэтому их можно легко перепутать. Каждый из них можно вставить двумя способами, однако правильным является только *один*! В большинстве систем эти разъемы имеют обозначения P8 и P9. Если подсоединить их неправильно, то при включении питания можно повредить системную плату. Во многих системах для охлаждения CPU используется вентилятор, его тоже следует подключить. Ниже приводится порядок подключения разъемов источника питания к системной плате.

1. Если в системе используется разъем типа ATX, то задача проста: он подключается единственно возможным способом.

   Если же у вас два 6-проводных разъема, воткните их так, чтобы два их крайних черных провода оказались рядом в центре. Чтобы убедиться в правильности подключения, обязательно сверьтесь с документацией к плате.

2. Если на плате установлен вентилятор для процессора, подключите питание и к нему. Для этого можно воспользоваться специальным разветвителем для подключения вентилятора к соединителю, подводящему питание к жесткому диску. Возможно, для подачи питания к вентилятору имеется специальный разъем — прямо на системной плате.

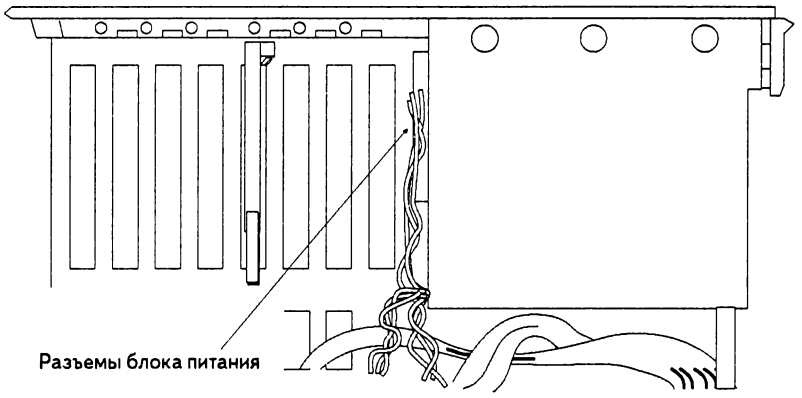


Рис. 16.4. Подключение кабелей питания к системной плате

Подключение к системной плате кабелей от устройств ввода-вывода и других соединителей. От системной платы несколько соединительных проводов подключаются к различным элементам корпуса компьютера. Они ведут к индикаторам питания и активности жесткого диска, кнопке Reset и кнопке Turbo, имеющейся не на всех компьютерах.

В большинстве современных системных платах есть несколько встроенных портов ввода-вывода, их тоже нужно подключить. Это — два IDE-адаптера, контроллер дисководов, два последовательных и один параллельный порт. А в некоторые платы встроены даже видео-, аудио- или SCSI-адаптеры.

Если у вас — плата ATX, то разъемы всех внешних портов встроены прямо в плату с ее задней стороны. Если же у вас — плата типа Baby-AT, разъемы последовательного, параллельного и других внешних портов ввода-вывода закрепляются на задней стенке корпуса компьютера и с помощью дополнительных кабелей соединяются с содержащей их контроллеры платой. Ниже приведен порядок подключения соединительных кабелей к системной плате с интегрированными портами ввода-вывода.

1. Сначала найдите на плате 34-контактный разъем контроллера дисководов гибких дисков и с помощью плоского кабеля подключите к нему дисководы.
2. Теперь подключите устройства с интерфейсом IDE: накопителей на жестком диске, CD-ROM и на магнитной ленте. Они подключаются плоским IDE-кабелем к расположенным на плате 40-контактным разъемам главного и подчиненного IDE-контроллеров. Обычно жесткий диск подключается к главному контроллеру, а CD-ROM или ленточный накопитель — к подчиненному.
3. Обычно на *не* ATX-платах для параллельного порта используется соединитель с 25-контактным разъемом типа "мама". Для двух последовательных портов один из их разъемов типа "папа" всегда 9-контактный, а второй может быть 9- или 25-контактным. Подключите кабели ко всем трем портам, обязательно совместив между собой первые контакты соединяемых разъемов.
4. Если для портов нет соединителей с соответствующими разъемами, то, может быть, порт следует установить на задней панели корпуса. Попытайтесь найти подходящее для данного разъема отверстие и снимите закрывающую его металлическую пластинку. Затем в отверстие вставьте нужный разъем, предварительно сняв с него винты. Для удержания разъема на новом месте закрутите винты обратно.
5. В большинство современных системных плат встроен еще и порт мыши. Если разъем для подключения мыши к этому порту не вмонтирован непосредственно в плату (обычно он располагается сзади, рядом с разъемом клавиатуры), значит, нужно подключить отдельный разъем. Этот разъем следует закрепить на задней панели корпуса компьютера и подключить к плате с помощью соответствующего соединительного кабеля.
6. И, наконец, подключите к плате кнопки и индикаторы передней панели компьютера, а также внутренний динамик. Если на плате не обозначены места подключения соответствующих проводов, воспользуйтесь схемой, приведенной в прилагавшейся к плате документации.

Установка плат расширения. Чаще всего на платах расширения располагаются видео-, аудио-, сетевой и SCSI-адаптеры. Для их установки на системной плате есть специальные слоты расширения (рис. 16.5). Ниже приведен порядок установки платы расширения.

1. Аккуратно возьмите плату за края, не касаясь микросхем и электрических соединений. Опустите ее нижний край с нанесенными на него металлическими контактами в соответствующий слот. С силой нажмите на верхний край платы, чтобы она стала на место.
2. Винтом прикрутите плату к корпусу компьютера.
3. Теперь подключите к вставленной плате все необходимые кабели.

Закрываем корпус и подключаем внешние кабели. Вот компьютер и собран. Осталось только установить крышку корпуса на место и подключить обратно внешние устройства (рис. 16.6). Обычно я не прикручиваю винтами крышку корпуса до тех пор, пока, не протестирую систему и не удостоверюсь, что все в ней работает как часы. Ниже приведен порядок сборки.

1. Закройте корпус крышкой.
2. Подсоедините все внешние кабели (но только не при включенном компьютере). Большинство разъемов имеют форму буквы D, так что их нельзя соединить неправильно.
3. 15-контактный разъем типа "мама" — это разъем видеоплаты, вставьте в него кабель, идущий от монитора.
4. Если у вас есть модем, подключите к нему телефонный шнур.

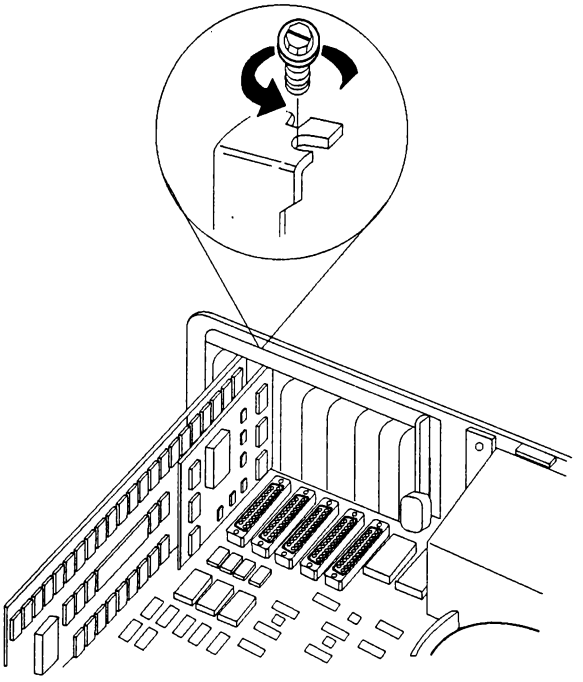


Рис. 16.5. Установка адаптера в слот системной платы и закрепление ее винтом

5. Один круглый разъем предназначен для клавиатуры, второй (в некоторых системах) — для мыши, но, если у вас мышь для последовательного порта, ее кабель нужно подключить к соответствующему порту.
6. Если остались еще устройства, например джойстик или колонки, подключите и их к соответствующим разъемам.

Запуск программы BIOS Setup (CMOS Setup). Теперь, подключив все устройства, можно включить компьютер и запустить программу Setup. Эта программа позволит вам сконфигурировать системную плату, сообщив ей нужную информацию об установленных в системе устройствах, а также установить системную дату и время. Кроме того, компьютер протестирует себя сам, чтобы обнаружить возможные проблемы.

1. Сначала включите монитор, потом сам компьютер. Следите за сообщениями на экране и сигналами внутреннего динамика.
2. Система сама проведет тестирование своих компонентов, проверит оперативную память (эта процедура всегда выполняется при включении компьютера и называется *самотестированием при включении питания* (Power On Self Test, или процедура POST). О некоторых обнаруженных во время данной процедуры фатальных ошибках компьютер не может сообщить, выведя информацию на экран; он выдает предупреждающие звуковые сигналы, и по количеству и длительности гудков определяется, какая именно возникла ошибка.

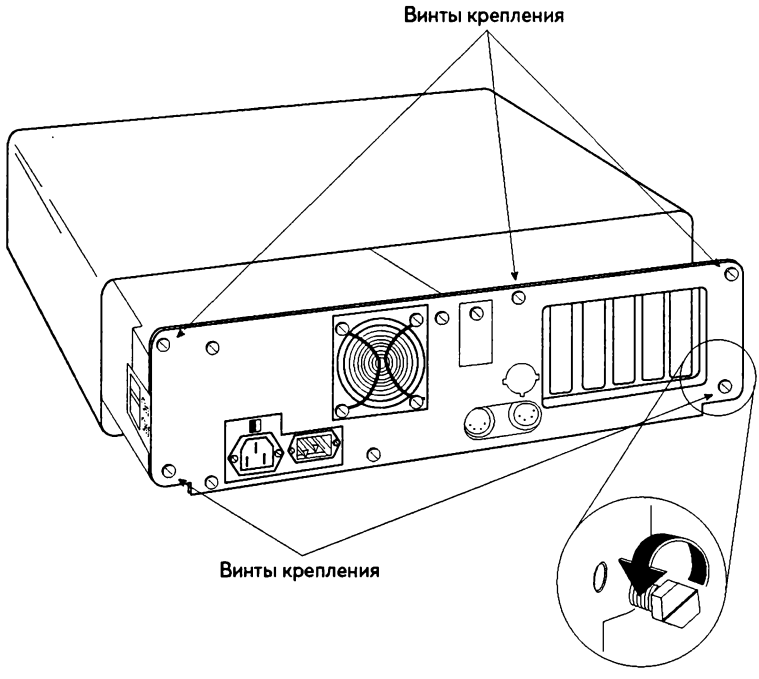


Рис. 16.6. Закрытие крышки корпуса и закрепление его винтами

3. Процедура POST отображает результаты тестирования на экране. Если в процессе загрузки нажать определенную клавишу (какую именно, — зависит от типа установленной на системной плате BIOS), то обычный процесс загрузки будет прерван: вы окажетесь в программе Setup и сможете ввести необходимую системную информацию. Если во время выполнения POST на экране не появится подсказка о клавише (или комбинации клавиш), с помощью которой можно вызвать программу Setup, значит, это оговаривается в документации к системной плате.
4. Меню программы Setup позволяет пользователю ввести текущую дату и время, параметры жесткого диска, типы дисководов и видеоадаптера, установки для клавиатуры и др. Более современные BIOS умеют определять параметры жесткого диска самостоятельно, и таким образом, необходимость вводить их вручную отпадает.
5. Как сохранить новые установки и выйти из программы Setup, вам подскажут инструкции на экране или в документации к системной плате.

Теперь с дискеты или жесткого диска должна загрузиться операционная система. Если что-нибудь пойдет не так, узнайте, что по этому поводу "говорит" руководство к системной плате. Убедившись, что все в порядке и система работает нормально, поздравьте себя с успехом, выключите компьютер и как следует привинтите крышку корпуса системного блока.

Глава 17

Средства диагностики и техническое обслуживание

Диагностическое программное обеспечение чрезвычайно необходимо в том случае, когда система начинает сбоить или если вы модернизируете ее, добавляя новые устройства. Даже если вы пытаетесь выполнить простую операцию (например, установить новую плату) или ищете неисправность в аппаратуре, приведшую к сбою или "зависанию" системы, все равно вам понадобится знать о компьютере больше, чем написано в прилагаемой к нему инструкции. Диагностические программы позволяют проверить работу как всей системы, так и отдельных ее узлов.

Естественно, при эксплуатации системы необходимо техническое обслуживание. Именно регулярное обслуживание — залог нормальной работы компьютера.

В этой главе описаны диагностические программы трех уровней: POST, системные утилиты и дополнительные программы, которые либо поставляются вместе с компьютером, либо приобретаются у его изготовителя. Кроме того, здесь вы узнаете, как получить от этих программ максимальную пользу, а также об применяемых фирмой IBM звуковых кодах, кодах неисправностей и диагностических программах.

Диагностические программы

Для IBM-совместимых компьютеров существует несколько видов диагностических программ (некоторые из них поставляются вместе с компьютером). Эти программы позволяют пользователю выявлять причины неполадок, возникающих в компьютере. Во многих случаях такие программы могут выполнить основную работу по определению дефектного узла. Условно их можно разделить на несколько групп, причем сложность программ и их возможности в каждой последующей группе выше, чем в предыдущей.

- *POST* (*Power-On Self Test — процедура самопроверки при включении*). Выполняется при каждом включении компьютера.
- *Диагностические программы фирм-производителей*. Большинство известных фирм — производителей компьютеров (IBM, Compaq, Hewlett-Packard, Dell и т.д.) выпускает для своих систем специализированное диагностическое программное обеспечение, которое обычно содержит набор тестов, позволяющих тщательно проверить все компоненты компьютера.
- *Диагностические программы фирм — производителей оборудования*. Многие производители оборудования выпускают диагностические программы, предназначенные для проверки определенного устройства. Например, фирма Adaptec выпускает программы для проверки работоспособности SCSI-адаптеров.
- *Диагностические программы операционных систем*. Операционные системы Windows 9*x* и Windows NT поставляются с несколькими диагностическими программами для проверки различных компонентов компьютера.
- *Диагностические программы общего назначения*. Такие программы, обеспечивающие тщательное тестирование любых PC-совместимых компьютеров, выпускают многие фирмы.

Самопроверка при включении (POST)

Когда в 1981 году фирма IBM начала выпуск персональных компьютеров, в них были предусмотрены методы повышения надежности, которые ранее никогда не применялись. Имеется в виду программа POST и контроль четности памяти. В следующих разделах будет подробно рассмотрена процедура POST — последовательность коротких подпрограмм, хранящихся в ROM BIOS на материнской плате. Они предназначены для проверки основных компонентов системы сразу после ее включения, что, собственно, и является причиной задержки перед загрузкой операционной системы.

Что тестируется. При каждом включении компьютера автоматически выполняется проверка его основных компонентов: центрального процессора, ПЗУ, вспомогательных элементов материнской платы, оперативной памяти и основных периферийных устройств. Эти тесты выполняются быстро и не очень тщательно по сравнению с тестами, выполняемыми диагностическими программами. При обнаружении неисправного компонента выдается предупреждение или сообщение об ошибке (неисправности).

Хотя выполняемая программой POST диагностика не совсем полная, она является первой "линией обороны", особенно если обнаруживаются серьезные неисправности в материнской плате. Если окажется, что неполадка достаточно серьезная, то дальнейшая загрузка системы будет приостановлена и появится сообщение об ошибке (неисправности), по которому, как правило, можно определить причину неисправности. Такие неисправности иногда называют *фатальными ошибками* (*fatal error*). Процедурой POST обычно предусматривается три способа индикации неисправности: звуковые сигналы, сообщения, выводимые на экран монитора; шестнадцатеричные коды ошибок, выдаваемые в порт ввода-вывода.

Звуковые коды ошибок, выдаваемые процедурой POST. При обнаружении процедурой POST неисправности компьютер издает характерные звуковые сигналы, по которым можно определить неисправный элемент (или их группу). Если компьютер исправен, то при его включении вы услышите один короткий звуковой сигнал, а при обнаружении неисправности выдается целая серия коротких или длинных звуковых сигналов, а иногда и их комбинация. Характер звуковых кодов зависит от версии BIOS и разработавшей ее фирмы. В табл. 17.1 приведены звуковые коды, используемые в IBM-совместимых компьютерах, и соответствующие им неисправности.

Таблица 17.1. Звуковые коды неисправностей, обнаруживаемых IBM POST

Звуковой сигнал	Место возникновения неисправности
1 короткий	Процедура POST завершена, система в порядке
2 коротких	Есть неисправность: код ошибки выведен на экран
Нет сигнала	Блок питания, системная плата
Непрерывный сигнал	Блок питания, системная плата
Повторяющиеся короткие сигналы	Блок питания, системная плата
1 длинный, 1 короткий	Системная плата
1 длинный, 2 коротких	Адаптер дисплея (MDA, CGA)
1 длинный, 3 коротких	Расширенный графический адаптер (EGA)
3 длинных	Плата клавиатуры 3270

В табл. 17.2 приведены коды звуковых сигналов AMI BIOS, посылаемые в процессе выполнения процедуры POST.

Таблица 17.2. Звуковые сигналы процедуры POST AMI BIOS

Звуковой сигнал	Фатальная ошибка
1 короткий	Ошибка регенерации динамического ОЗУ
2 коротких	Ошибка схемы контроля четности
3 коротких	Неисправность в первых 64 Кбайт ОЗУ
4 коротких	Неисправность системного таймера
5 коротких	Ошибка процессора
6 коротких	Ошибка в схеме управления линией A20 в контроллере клавиатуры
7 коротких	Ошибка переключения в виртуальный режим
8 коротких	Ошибка чтения/записи видеопамяти
9 коротких	Ошибка контрольной суммы ROM BIOS
10 коротких	Ошибка чтения/записи CMOS-памяти
11 коротких	Ошибка кэш-памяти
Звуковой сигнал	Нефатальная ошибка
1 длинный, 3 коротких	Ошибка в основной или расширенной памяти
1 длинный, 8 коротких	Не выполняется тест на ответный сигнал дисплея

В табл. 17.3 перечислены критические ошибки, сообщения о которых могут быть выведены во время загрузки при выполнении процедуры POST Phoenix BIOS. В табл. 17.4 приведены некритические ошибки. При появлении критической ошибки система останавливает работу и выполнение дальнейших операций становится невозможным. Последствия некритических ошибок менее серьезны.

Таблица 17.3. Критические ошибки, определяемые во время выполнения процедуры POST Phoenix BIOS

Звуковой код	Код порта 80h	Описание
Нет	01h	Выполняется тестирование регистров CPU
1-1-3	02h	Ошибка считывания или записи в CMOS-память
1-1-4	03h	Неправильная контрольная сумма системной BIOS
1-2-1	04h	Неисправность программируемого таймера интервалов
1-2-2	05h	Не удалась попытка инициализации прямого доступа к памяти
1-2-3	06h	Ошибка считывания или записи в регистры страниц прямого доступа к памяти
1-3-1	08h	Ошибка при проверке схемы регенерации памяти
Нет	09h	Выполняется тестирование первых 64 Кбайт памяти
1-3-3	0Ah	Неисправность микросхемы или линии данных в первых 64 Кбайт памяти (несколько битов)
1-3-4	0Bh	Логическая ошибка четности/нечетности в первых 64 Кбайт памяти

Окончание табл. 17.3

Звуковой код	Код порта 80h	Описание
1-4-1	0Ch	Неисправность линии адреса в первых 64 Кбайт памяти
1-4-2	0Dh	Ошибка контроля четности в первых 64 Кбайт памяти
2-1-1	10h	Ошибка в бите 0 первых 64 Кбайт памяти
2-1-2	11h	Ошибка в бите 1 первых 64 Кбайт памяти
2-1-3	12h	Ошибка в бите 2 первых 64 Кбайт памяти
2-1-4	13h	Ошибка в бите 3 первых 64 Кбайт памяти
2-2-1	14h	Ошибка в бите 4 первых 64 Кбайт памяти
2-2-2	15h	Ошибка в бите 5 первых 64 Кбайт памяти
2-2-3	16h	Ошибка в бите 6 первых 64 Кбайт памяти
2-2-4	17h	Ошибка в бите 7 первых 64 Кбайт памяти
2-3-1	18h	Ошибка в бите 8 первых 64 Кбайт памяти
2-3-2	19h	Ошибка в бите 9 первых 64 Кбайт памяти
2-3-3	1Ah	Ошибка в бите 10 первых 64 Кбайт памяти
2-3-4	1Bh	Ошибка в бите 11 первых 64 Кбайт памяти
2-4-1	1Ch	Ошибка в бите 12 первых 64 Кбайт памяти
2-4-2	1Dh	Ошибка в бите 13 первых 64 Кбайт памяти
2-4-3	1Eh	Ошибка в бите 14 первых 64 Кбайт памяти
2-4-4	1Fh	Ошибка в бите 15 первых 64 Кбайт памяти
3-1-1	20h	Ошибка в ведомом регистре прямого доступа к памяти
3-1-2	21h	Ошибка в ведущем регистре прямого доступа к памяти
3-1-3	22h	Ошибка в ведущем регистре маски прерываний
3-1-4	23h	Ошибка в ведомом регистре маски прерываний
Нет	25h	Выполняется загрузка векторов прерываний
3-2-4	27h	Ошибка при выполнении теста контроллера клавиатуры
Нет	28h	Неисправность питания CMOS-памяти или выполняется подсчет контрольной суммы CMOS-памяти
Нет	29h	Выполняется проверка правильности конфигурации экрана
3-3-4	2Bh	Ошибка при инициализации экрана
3-4-1	2Ch	Ошибка при проверке возвратного сигнала дисплея
3-4-2	2Dh	Выполняется поиск ПЗУ видеоадаптера
Нет	2Eh	Вывод на экран обеспечивается ПЗУ видеоадаптера
Нет	30h	Видеосистема работоспособна
Нет	31h	Монохромный монитор работоспособен
Нет	32h	Цветной монитор (на 40 столбцов) работоспособен
Нет	33h	Цветной монитор (на 80 столбцов) работоспособен

Таблица 17.4. Некритические ошибки, определяемые во время выполнения процедуры POST Phoenix BIOS

Звуковой код	Код порта 80h	Описание
4-2-1	34h	Выполняется проверка прерывания синхроимпульсов таймера или обнаружена неисправность
4-2-2	35h	Выполняется проверка отключения или обнаружена неисправность
4-2-3	36h	Неисправность схемы управления линией A20
4-2-4	37h	Непредусмотренное прерывание в защищенном режиме
4-3-1	38h	Выполняется проверка ОЗУ или обнаружена неисправность по адресу, превышающему FFFFh
4-3-3	3Ah	Проверяется канал 2 таймера или обнаружена неисправность
4-3-4	3Bh	Выполняется проверка часов текущего времени или обнаружена неисправность
4-4-1	3Ch	Проверяются последовательные порты или обнаружена неисправность
4-4-2	3Dh	Проверяются параллельные порты или обнаружена неисправность
4-4-3	3Eh	Проверяется сопроцессор или обнаружена неисправность
Low* 1-1-2	41h	Ошибка выбора системной платы
Low 1-1-3	42h	Неисправность расширенной CMOS-памяти

* *"Low" означает, что звук более низкого тона предшествует всем остальным звукам.*

Сообщения об ошибках, выдаваемые на экран процедурой POST. В компьютерах XT, AT, PS/2 и в большинстве IBM-совместимых моделей процедура POST отображает на экране ход тестирования оперативной памяти компьютера. Последнее выведенное на экран число является количеством памяти, успешно прошедшей проверку. Так, в компьютерах последних моделей может появиться следующее сообщение:

```
32768 KB OK
```

В общем случае последнее выведенное во время тестирования число должно совпадать с объемом всей установленной в компьютере памяти (как основной, так и расширенной). Однако в некоторых компьютерах может быть отображено несколько меньшее значение, например, в том случае, если не тестируется вся верхняя память UMA (Upper Memory Area) объемом 384 Кбайт или ее часть. Если по окончании тестирования число на экране не соответствует общему объему памяти, значит, в системной памяти обнаружена ошибка.

Если во время выполнения процедуры POST обнаружена неисправность, на экран выводится соответствующее сообщение, как правило, в виде числового кода из нескольких цифр, например `1790-Disk 0 Error`. Воспользовавшись руководством по эксплуатации и сервисному обслуживанию, можно определить, какая неисправность соответствует данному коду.

Коды ошибок, выдаваемые процедурой POST в порты ввода-вывода. Менее известной возможностью этой процедуры является то, что в начале выполнения каждого теста по адресу специального порта ввода-вывода POST выдает коды теста, которые могут быть прочитаны только с помощью устанавливаемой в разъем расширения специальной платы адапте-

ра. Первоначально они были разработаны для тестирования материнских плат при их производстве с целью выявления возможных дефектов (при этом не требовалось подключать к ним видеоадаптер и монитор). Сейчас некоторые фирмы (Micro 2000, JDR Microdevices, Data Depot, Ultra-X, Quarterdeck, Trinitech и др.) стали выпускать такие платы для специалистов, занимающихся сервисным обслуживанием компьютеров.

POST-плата устанавливается в разъем расширения. В момент выполнения процедуры POST на ее встроенном индикаторе будут быстро меняться двузначные шестнадцатеричные числа. Если компьютер неожиданно прекратит тестирование или "зависнет", в этом индикаторе будет отображен код того теста, во время выполнения которого произошел сбой. Это позволяет существенно сузить круг поиска неисправного элемента.

В большинстве компьютеров с системной шиной ISA или EISA BIOS выдает POST-коды в порт ввода-вывода 80h.

Чаще всего используются тестовые платы двух типов: те, которые вставляются в 8-разрядные части разъемов шины ISA или EISA, и те, которые предназначены для подключения к шине MCA. Некоторые фирмы производят оба вида плат. Компании Micro 2000 и Data Depot не выпускают отдельную MCA-плату — их универсальные устройства позволяют с помощью дополнительного адаптера подключать ISA/EISA-плату к MCA-шине, при этом она так же хорошо работает. Другие фирмы производят только ISA/EISA-платы и игнорируют шину MCA. В настоящее время большинство производителей выпускают тестовые платы только для шин PCI и ISA.

Диагностика аппаратного обеспечения

Многие типы диагностического программного обеспечения предназначены для определенных типов аппаратного обеспечения. Эти программы поставляются вместе с устройствами.

Большинство SCSI-адаптеров имеют встроенную BIOS, с помощью которой можно настраивать адаптер и выполнять его диагностику. Например, SCSI-адаптеры, выпускаемые фирмой Adaptec, поставляются с программой SCSISelect, которая позволяет правильно сконфигурировать и протестировать работоспособность адаптера.

Некоторые производители сетевых плат, например SMC и 3COM, также предлагают диагностическое программное обеспечение. С помощью этих программ можно проверить интерфейс шины, контроль памяти, установленной на плате, векторы прерываний, а также выполнить циклический тест. Эти программы можно найти на дискете или компакт-диске, поставляемом вместе с устройством, или же обратиться на Web-узел производителя.

Диагностические программы общего назначения

Существует множество разнообразных диагностических программ для IBM-совместимых компьютеров. Есть специальные программы для тестирования памяти, жестких дисков, дисководов гибких дисков, видеоадаптеров и других компонентов системы. Одни из них занимают достойное место среди такого рода программ, другие явно не дотягивают до профессионального уровня. Программы, ориентированные на пользователей со средней подготовкой, выполнены не очень тщательно и лишены многих возможностей, необходимых для профессиональной работы. В этом разделе речь пойдет о некоторых диагностических программах.

Большинство тестовых программ можно запускать в пакетном режиме, что позволяет без вмешательства оператора выполнить целую серию тестов. Вы можете составить программу автоматизированной диагностики, которая будет особенно полезной при тестировании с целью выявления возможных дефектов или при выполнении одинаковой последовательности тестов на нескольких компьютерах.

Эти программы проверяют все типы системной памяти: основную (base), расширенную (expanded) и дополнительную (extended). Место неисправности зачастую можно определить с точностью до отдельной микросхемы или бита модуля SIMM.

Совет

Перед покупкой диагностической программы, удостоверьтесь, что вы использовали все доступные „бесплатные" средства. Например, все ли диагностические программы из поставки операционной системы вы использовали?. Большинство неисправностей можно выявить с помощью этих программам, и вам не понадобится тратить лишние деньги на покупку несомненной полезной в целом, но уже абсолютно бесполезной для вас программы.

Мне часто задают вопрос: какой диагностической программе отдать предпочтение? На него нет однозначного ответа. Таких программ довольно много, и каждая хороша по-своему. Я практически никогда не полагаюсь на выводы одной программы и обычно тестирую систему несколькими способами. Хотя некоторые из подобных программ стоят недешево, тем не менее, если вы профессионально занимаетесь обслуживанием и технической поддержкой ПК, они окупятся сторицей.

AMIDiag. Фирма AMI (American Megatrends, Inc.) выпускает самую популярную на сегодняшний день BIOS. В большинстве современных IBM-совместимых систем применяется именно AMI BIOS. Если вы имели с ней дело, то, наверное, знаете, что в большинство версий встроена диагностическая программа. Но мало кто знает, что сейчас фирма выпускает на дискетах расширенную версию записанной в ПЗУ программы.

Эта программа, называемая *AMIDiag*, содержит многочисленные усовершенствования и возможности, отсутствующие в записанной в ПЗУ базовой версии. Это полноценная программа общей диагностики, подходящая для любых IBM-совместимых систем (а не только для тех, которые имеют AMI BIOS). Она позволяет тестировать большинство новых процессоров, системы с несколькими процессорами (до 16), память объемом 4 Гбайт, контроллер USB, SCSI-адаптеры и многое другое. С помощью указанной программы можно также протестировать мультимедиа-функции компьютера (накопитель CD-ROM, звуковую карту и видеоадаптер), а также сетевые функции системы.

Checkit Pro. Этот пакет фирмы Touchstone Software Corp. состоит из набора превосходных тестов, проверяющих работу процессора, основной, расширенной и дополнительной памяти, жесткого диска, дисководов, видеоадаптера, монитора, мыши и клавиатуры (в том числе устройств, выполненных в соответствии со стандартом VESA). Имеется несколько версий этого пакета, одна из них — *Checkit Professional Edition*. Это функционально наиболее полный набор диагностических программ, предназначенный для операционных систем Windows 9*x* и DOS.

Checkit Professional Edition может выполнять анализ быстродействия, и, кроме того, благодаря ей вы можете получить полную информацию об аппаратных средствах компьютера, например, таких как объем всей установленной оперативной памяти, тип и емкость жесткого диска, текущее распределение памяти (в том числе используемая верхняя память), доступные и используемые прерывания, скорость передачи данных модема/факс-модема. Можно также выполнить множество других проверок, облегчающих поиск неисправности. В пакет входит текстовый редактор, с помощью которого можно оперативно изменять содержимое файлов `Config.sys` `Autoexec.bat`, `System.ini` и `Win.ini`, а также системного реестра Windows 9*x*.

Micro-scope. Это полнофункциональная диагностическая программа для IBM-совместимых систем, разработанная фирмой Micro 2000 и имеющая множество возможностей, полезных при поиске неисправностей и диагностике аппаратуры.

Программа Micro-scope проверяет порты ввода-вывода и линии запроса прерывания, причем делает это лучше, чем другие программы. Вы можете точно определить используемое конкретным адаптером или устройством прерывание или адреса портов ввода-вывода — ценное свойство, особенно необходимое при разрешении конфликтов между адаптерами. Некоторые диагностические программы, рассчитанные на неподготовленного пользователя, тоже имеют такую возможность, но их информация может быть *неточной* и иногда не охватывает

всех компонентов системы. Micro-scope при работе не использует DOS и BIOS; в ней есть своя операционная система, и при необходимости тестирование проходит без участия системной BIOS (это может устранить возможное маскирование прерываний). Данная программа также может быть полезна специалистам, обслуживающим компьютеры под управлением других операционных систем, например, таких как файл-серверы UNIX или Novell. Micro-scope можно инсталлировать на жесткий диск и запускать под DOS.

Как и большинство других диагностических программ, программа Micro-scope может работать с новейшим оборудованием. Она распознает процессоры фирм Intel, AMD и Cyrix; может тестировать накопители CD-ROM и DVD-ROM.

Пакет диагностических программ Norton Utilities. Программа Norton Diagnostics (NDIAGS) входит в состав пакета Norton Utilities версии 8.0 (для DOS/Windows) и версии для Windows 9*x*, являющегося неотъемлемой частью системы хранения и восстановления данных, тестирования и поиска неисправностей, и во многих отношениях на сегодняшний день является лучшей.

Если же у вас этого пакета нет, настоятельно рекомендуем обратить на него внимание не только из-за NDIAGS, но и для получения доступа к таким программам, как Speedisk, Disk Doctor и Calibrate. Эти три утилиты являются эталоном программ, используемых для диагностики жесткого диска и восстановления программного обеспечения. Утилита SYSINFO из пакета Norton Utilities также тестирует быстродействие системы, причем делает это не хуже других программ.

NDIAGS имеет такие возможности, которых раньше у Norton Utilities не было, — предоставляет информацию о типе процессора, версии системной BIOS, сопроцессоре, видеоадаптере, типе мыши и клавиатуры, типе жесткого диска и дисководов гибких дисков, объеме установленной памяти (включая расширенную и дополнительную), типе системной шины, количестве последовательных и параллельных портов. В комплект не входят тестовые разъемы (заглушки), зато прилагается купон на их бесплатное получение (не забывайте, что этой программе для тестирования портов нужны заглушки с нестандартной распайкой выводов). Нестандартная распайка позволяет выполнять дополнительно еще несколько тестов (к счастью, в документации есть схема распайки заглушек, так что при необходимости вы можете изготовить их самостоятельно).

NDIAGS тщательно проверяет основные компоненты системы и даже позволяет проверить работу индикаторов Num Lock, Caps Lock и Scroll Lock, расположенных на клавиатуре. NDIAGS также позволяет вывести на экран монитора сетку, с ее помощью настроить центровку изображения и проверить монитор на наличие искажений растра (это поможет определить его неисправность).

PC Technician. Программа *PC Technician* фирмы Windsor Technologies — одна из долгожительниц среди диагностических программ для персональных компьютеров. Она постоянно модифицировалась и соответствует последним достижениям компьютерной техники.

PC Technician — это многофункциональный инструмент для всесторонней диагностики и поиска неисправностей в компьютерных системах, который позволяет проверить функционирование всех основных компонентов. Как и многие другие солидные диагностические программы, PC Technician имеет свою собственную операционную систему, что устраняет влияние возможных программных конфликтов на ее работу. Программа написана на ассемблере и при тестировании обращается непосредственно к аппаратуре. К ней прилагаются все разъемы-заглушки, необходимые для тестирования последовательных и параллельных портов.

Программа PC Technician уже давно пользуется заслуженной популярностью среди специалистов. Она рассчитана на профессионалов, но с ней могут работать и начинающие пользователи. Кроме того, она стоит значительно дешевле других программ такого класса.

QUAPlus/FE. QUAPlus/FE фирмы Diagsoft является одной из самых сложных и многофункциональных программ, позволяющих тестировать любые компьютеры. Она проверяет буквально все, что можно, а с ее простым экранным интерфейсом могут работать даже те пользователи, которые имеют лишь общее представление о диагностике компьютеров. QUAPlus/FE позволяет точно оценить производительность системы, что пригодится при покупке нового компьютера. Гораздо важнее то, что QUAPlus/FE распространяется на загрузочных дискетах форматов 3,5″ и 5,25″, которые могут использоваться для загрузки компьютера независимо от установленной операционной системы (DOS, OS/2 или UNIX). Это единственная возможность выполнить диагностику компьютера в случае сложных неисправностей, когда, например, система даже не может обнаружить жесткого диска.

С помощью QUAPlus/FE можно протестировать системную плату, системную память (основную, расширенную и дополнительную), видеоадаптер, жесткий диск, дисководы, CD-ROM, мышь, клавиатуру, принтер, параллельные и последовательные порты (в комплекте есть тестовые разъемы-заглушки). Вы можете получить исчерпывающую информацию о конфигурации системы (установленном оборудовании, типе процессора, объеме установленной оперативной памяти); полную таблицу используемых и доступных прерываний (что важно знать при установке новой аппаратуры); список загружаемых файлами `Config.sys` и `Autoexec.bat` драйверов устройств и резидентных программ, а также другую информацию о DOS и системной памяти.

В пакет QUAPlus/FE входит много других утилит, предназначенных, в основном, для специалистов по ремонту компьютеров. К ним относятся программа — редактор содержимого CMOS-памяти, позволяющая изменить системное время и дату, тип жесткого диска, объем установленной памяти и др., отладчик для последовательного порта COM; утилита низкоуровневого форматирования и тестирования жесткого диска; программа тестирования дисководов гибких дисков; редактор файлов конфигурации; программа дистанционного управления и контроля, позволяющая специалистам службы технического обслуживания управлять вашим компьютером через модем; текстовые файлы.

В отличие от других диагностических программ, в QUAPlus/FE предусмотрена возможность тестирования компьютеров с целью выявления скрытых дефектов. Она загружает компьютер работой на длительное время, причем задействует все его системные ресурсы: это повышает вероятность проявления возможного дефекта во время тестирования, а не после него. Такую процедуру часто выполняют при покупке нового компьютера и повторяют перед окончанием гарантийного срока. Как правило, она длится двое-трое суток, но иногда и дольше. Время ее работы зависит от количества повторений выбранных тестов.

Диагностические программы операционной системы

В большинстве случаев приобретать диагностическую программу нецелесообразно, поскольку существующими средствами операционной системы можно протестировать систему. В операционных системах Windows 95, Windows 98 и Windows NT есть несколько диагностических программ. В данном разделе эти программы будут рассмотрены подробно.

MSD (Microsoft Diagnostics). Начиная с DOS 6.*x* и Windows 3.1*x*, фирма Microsoft стала включать в состав этих систем мало кому известную программу MSD (Microsoft Diagnostics). На самом деле это скорее утилита для конфигурации системы, чем полноценная программа диагностики. Она позволяет довольно быстро решить проблемы общего использования прерываний и распределения памяти.

MSD сообщает основную информацию о версии BIOS, типе процессора, видеоадаптере, сети (если она есть), мыши, дисководах, CD-ROM, параллельных и последовательных портах и версии DOS. Кроме того, вы можете узнать о загруженных в память драйверах устройств и резидентных программах (это пригодится при разрешении конфликта между двумя программами и особенно при попытке разместить сразу несколько программ в памяти). MSD может в

графической форме показать их расположение в памяти — это более наглядно, чем текст, выдаваемый командой MEM из комплекта утилит DOS.

MSD входит в комплект поставки Windows 9*x*. Она не копируется на жесткий диск при установке операционной системы, но находится на компакт-диске с Windows 9*x*. Для запуска этой программы необходимо перезагрузить компьютер с Windows 9*x* в режим MS DOS, а затем запускать эту диагностическую программу.

Диспетчер устройств Windows 9*x*. Содержащийся в Windows 9*x* диспетчер устройств более совершенен, чем программа MSD. Для его открытия дважды щелкните на пиктограмме Система (System) в окне Панель управления (Control Panel), а затем активизируйте вкладку Устройства (Device Manager) (рис. 17.1). В этой вкладке отображается установленное в компьютере оборудование. Здесь вы можете конфигурировать каждое устройство, просматривать занимаемые им ресурсы и обновлять драйверы.

Установив переключатель Устройства по подключению (View devices by connection), можно просмотреть различные порты и интерфейсы компьютера.

Если дважды щелкнуть в списке на элементе Компьютер (Computer), появится диалоговое окно, в котором можно просмотреть распределение прерываний, адресов ввода/вывода, прямого доступа к памяти (рис. 17.2).

Если при установке устройств Plug and Play в Windows 9*x* между ними возникают конфликты, с помощью диспетчера устройств можно их устранить.

Индикатор ресурсов Windows 9*x*. При первоначальном запуске программы Индикатор ресурсов (Resource Meter) Windows 9*x* ее пиктограмма помещается в правую часть панели задач. Эта программа отображает такие ресурсы, как системные, модули `User.exe` и модули `Gdi.exe`. Если дважды щелкнуть на ее пиктограмме, появится диалоговое окно Индикатор ресурсов (рис. 17.3). При запуске какой-нибудь программы или открытии нескольких окон папок системные ресурсы уменьшаются, что и отображается в окне программы Индикатор ресурсов.

Системный монитор. Программа Системный монитор (System Monitor) имеется и в Windows 9*x*, и в Windows NT. Параметры системы, например использование памяти, файловой системы, сети, ядра, кэш-памяти диска и др., отображаются в графическом виде, как показано на рис. 17.4.

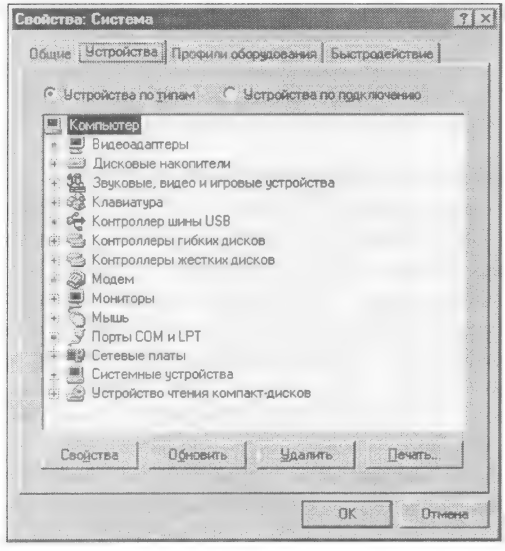


Рис. 17.1. Диспетчер устройств Windows 9x

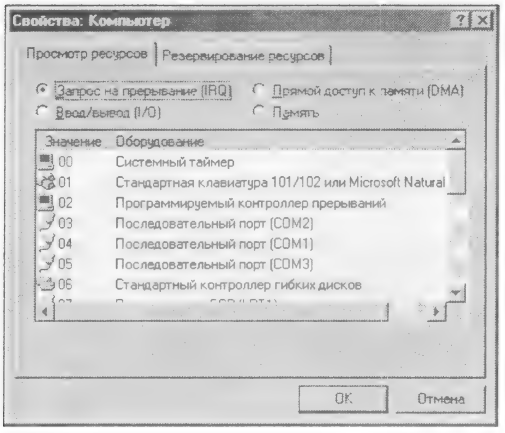


Рис. 17.2. Диалоговое окно **Свойства: Компьютер**

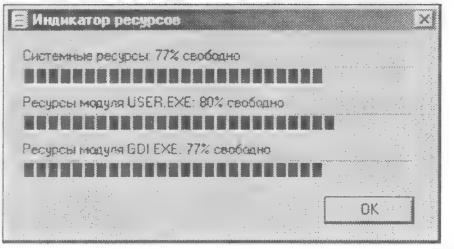


Рис. 17.3. Программа **Индикатор ресурсов** *в Windows 9x*

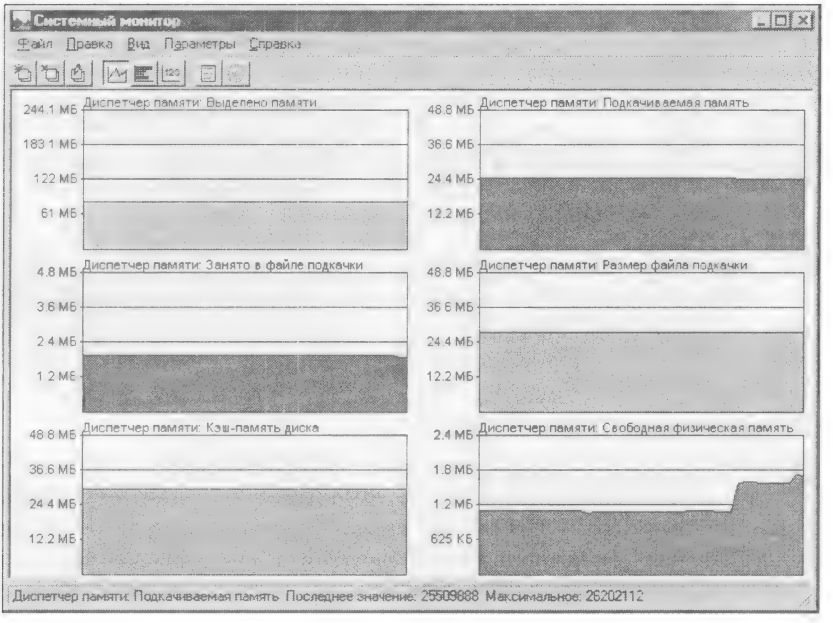


Рис. 17.4. Программа **Системный монитор** *в Windows 9x*

При установке некоторых программ можно добавить параметры для отображения в окне программы **Системный монитор**. Просматривая диаграммы, можно увидеть "узкие места" вашей системы.

Сведения о системе. В поставку Windows 98 входит программа **Сведения о системе** (System Information) (рис. 17.5). Эта программа просто незаменима при исследовании компьютера, поскольку с ее помощью можно получить детальнейшую информацию о параметрах компьютера. Аналогичная программа существует и в Windows NT.

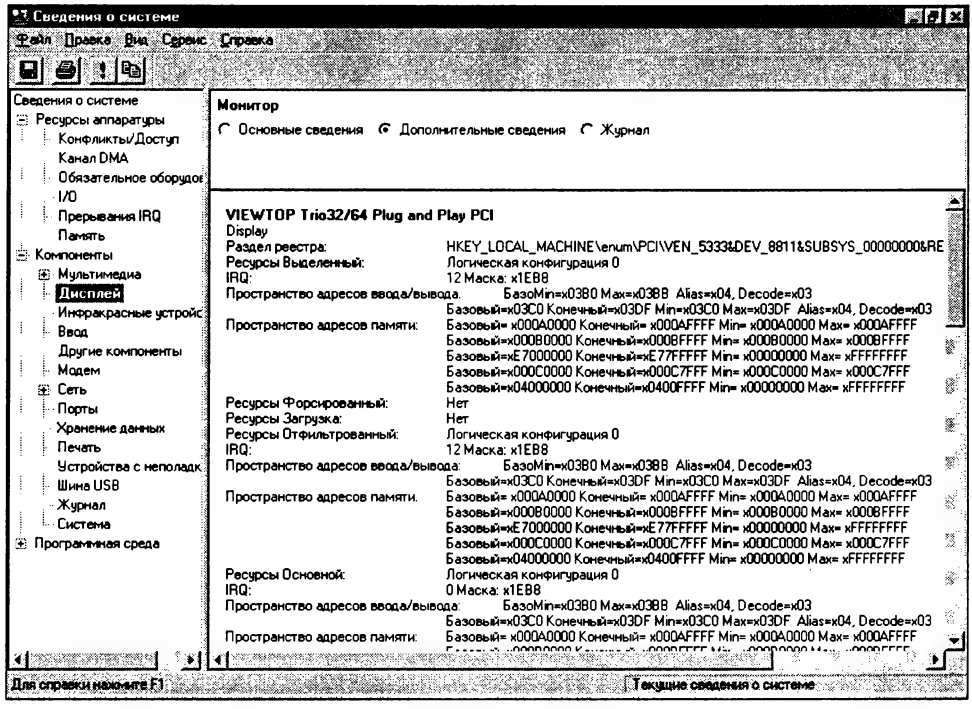


Рис. 17.5. Программа **Сведения о системе** *в Windows 98*

Просмотр событий в Windows NT. Программа Просмотр событий (Event Viewer) в Windows NT сохраняет записи о всех системных событиях в специальном файле. Этот файл может помочь при поиске неисправностей или решении возникшей проблемы с оборудованием. Жаль, что такая программа существует только в операционной системе Windows NT.

Инструменты и приборы

Для поиска небольших неисправностей и ремонта ПК достаточно иметь лишь несколько основных инструментов. Однако, если же вы хотите подойти к этому профессионально, то следует учесть, что существуют специальные инструментальные средства, которые позволяют выявить проблемы и устранить их просто и быстро. К их числу относятся:

- простой набор инструментов для разборки и сборки;
- диагностические устройства и программы для тестирования компонентов компьютера;
- приборы для измерения напряжения и сопротивления, например, такие как цифровой мультиметр, логические пробники и генераторы одиночных импульсов для проверки цифровых схем;
- химические препараты (раствор для протирания контактов), пульверизатор с охлаждающей жидкостью и баллончик со сжатым газом (воздухом) для чистки деталей компьютера;
- набор тампонов для протирания контактов;
- специализированные подручные инструменты (например, инструменты, необходимые для замены микросхем (чипов));
- тестовые разъемы для проверки последовательных и параллельных портов;

- приборы тестирования памяти, позволяющие оценить функционирование модулей SIMM, чипов DIP и других модулей памяти;
- оборудование для тестирования питания компьютера наподобие переменных преобразователей напряжения (трансформаторов) и тестеров, позволяющих проверить эффективность использования питания.

В некоторых случаях может потребоваться комплект инструментов для пайки.

Подручные инструменты

Как это ни странно, инструменты, необходимые для сервисного обслуживания почти всех компьютеров, относительно просты и недороги. Большинство из них вполне может разместиться в небольшой сумке или коробке. Даже профессионалы высшего класса носят свои инструменты в небольших чемоданчиках. Стоимость принадлежностей для обслуживания компьютера колеблется от $20 (для маленького сервисного комплекта) до $500 (для роскошного профессионального комплекта). Сравните это с ценой набора инструментов для автомеханика ($5 000–$10 000) и учтите, что работа, которую вы будете выполнять, гораздо чище, чем возня с автомобилями.

В этом разделе речь пойдет о принадлежностях, которые нужны для элементарного обслуживания компьютера на уровне плат и узлов. Лучше всего начать с небольшого комплекта инструментов, предназначенного специально для таких работ. В недорогой комплект входят следующие инструменты:

- гаечный ключ на 3/16";
- гаечный ключ на 1/4";
- маленькая крестообразная отвертка (Phillips);
- маленькая плоская (обычная) отвертка;
- средняя крестообразная отвертка;
- средняя плоская (обычная) отвертка;
- приспособление для извлечения микросхем из гнезд;
- приспособление для установки микросхем в гнезда;
- пинцет;
- зажим для деталей;
- отвертки T10 и T15 типа Torx;

Гаечные ключи применяются для винтов с шестигранными головками, которыми в большинстве компьютеров крепятся крышка системного блока, платы адаптеров, дисководы, блоки питания и громкоговорители. Гаечным ключом в этом случае пользоваться удобнее, чем обычной отверткой.

Поскольку некоторые изготовители вместо винтов с шестигранными головками используют обычные или крестообразные винты, вы можете обойтись *отвертками*.

Приспособления для извлечения микросхем из гнезд и для их установки (рис. 17.6) нужны для того, чтобы вынимать и устанавливать микросхемы памяти (и другие интегральные схемы меньшего размера) без риска согнуть их выводы. Для удаления небольших интегральных схем, например микропроцессоров или ПЗУ, используется небольшая отвертка. Если нужно извлечь из гнезда большой процессор, например 486, Pentium или Pentium Pro, понадобится специальное приспособление для извлечения микросхем (если они установлены в стандартном гнезде). У этих ИС много выводов, и для их извлечения требуется значительное усилие. Указанное приспособление равномерно распределяет усилие по периметру корпуса микросхемы и не позволяет ей переломиться.

Правда, в современных системных платах используются разъемы типа ZIF (Zero Insertion Force — с нулевым усилием вставки). При вставке микросхем в такие разъемы (и их изъятии) совершенно не требуется прилагать усилий, что позволяет легко заменять микросхемы.

Пинцетом и *зажимом* удерживают небольшие винты или перемычки, которые неудобно брать рукой (рис. 17.7). Пинцет особенно пригодится, если вы уроните вовнутрь компьютера небольшую деталь; ее можно вынуть, не разбирая компьютера.

Наконец, *звездообразная отвертка типа Torx* необходима для винтов со специальными головками, которые применяются в большинстве компьютеров фирмы Compaq и некоторых других фирм.

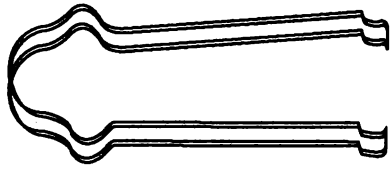


Рис. 17.6. Приспособление для извлечения микросхем

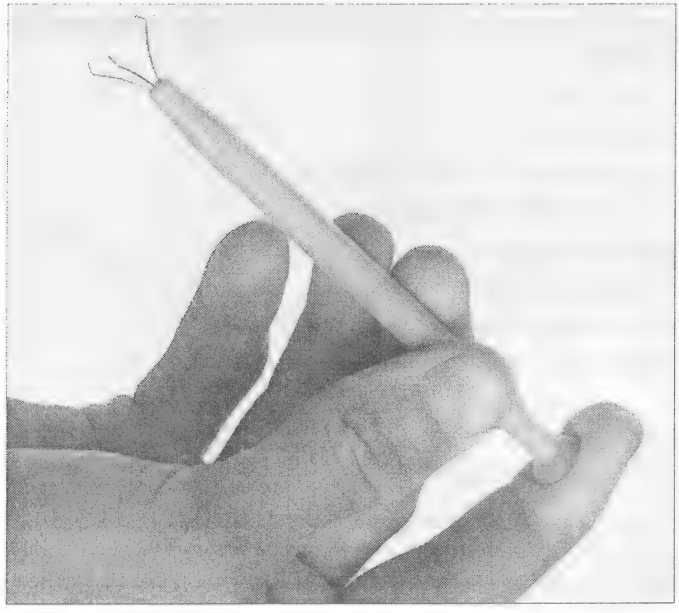


Рис. 17.7. Зажим необходим для удержания и извлечения небольших деталей

Кроме того, я бы порекомендовал добавить к перечисленным выше инструментам следующее:

- пассатижи с длинными губками;
- зажимы;
- приспособление для резки и зачистки проводов;
- метрические гаечные ключи;
- тиски или зажим;

- напильник;
- небольшой фонарик.

Пассатижами вы можете выпрямлять выводы микросхем, снимать и устанавливать перемычки, монтировать кабели и разъемы, а также придерживать небольшие детали.

Зажимы полезны для захвата маленьких компонентов наподобие перемычек.

Приспособлением для резки и зачистки проводов пользоваться гораздо удобнее, чем скальпелем или ножом. Оно применяется для обработки кабелей и проводов.

Метрические гаечные ключи могут пригодиться при работе с компьютерами европейских и азиатских производителей, а также с PS/2, в которых используется метрический крепеж.

С помощью *тисков* можно монтировать разъемы и сгибать кабели для придания им нужной формы; тиски нужны и для закрепления деталей при выполнении некоторых операций.

Напильник может пригодиться для обработки острых краев корпуса и шасси, а также для подгонки лицевых панелей дисководов.

Фонарик предназначен для освещения внутренностей компьютера, особенно — труднодоступных мест, когда обычной лампы недостаточно. На мой взгляд, фонарик — один из важнейших инструментов.

Обязательно обзаведитесь *комплектом ESD* (комплектом электростатической разгрузки) для защиты от электростатических разрядов. Он состоит из браслета с заземляющим проводом и проводящего коврика с заземлением. Такой комплект предохранит микросхемы от повреждения случайным статическим электричеством.

Комплект ESD, как и другие инструментальные средства, можно приобрести в торговых фирмах. Приобретя все вышеперечисленные инструменты и принадлежности, можете приступать к ремонту или сборке компьютера.

Несколько слов о крепежных деталях

Ниже мы поговорим о крепежных деталях (винтах, гайках, болтах и т.п.), которые используются для соединения деталей и узлов компьютеров.

Типы крепежных деталей. Работая с компьютером, вы можете столкнуться с множеством разнообразных крепежных деталей.

В большинстве компьютеров применяются *винты с шестигранной головкой*, для которых подходят гаечные ключи на 1/4" и 3/16". Фирма IBM применяет такие винты в своих PC, XT и AT; они же используются в большинстве совместимых компьютеров. Другие фирмы используют другие крепежные детали. Например, фирма Compaq в большинстве своих компьютеров применяет винты типа Torx (они имеют звездообразную прорезь в головке). Отвертки различных размеров для этих винтов обозначаются так: T-8, T-9, T-10, T-15, T-20, T-25, T-30, T-40 и т.д.

Разновидностью винтов Torx являются *секретные* винты, которые применяются в блоках питания и некоторых узлах: они похожи на обычные винты этого типа, но в центре прорези у них есть штырь. Для них требуется специальная отвертка с углублением под этот штырь (обычными инструментами вывернуть такой винт невозможно). Единственный способ сделать это без соответствующей отвертки — осторожно срезать штырек небольшим зубилом. Как правило, с помощью таких винтов собираются узлы, которые не рассчитаны на вскрытия и заменяются целиком.

Многие изготовители применяют более распространенные *стандартные винты*, предназначенные для крестообразных и плоских отверток. Конечно, работать с такими винтами проще, но они менее надежны, чем шестигранные винты и винты Torx, поскольку их прорези под шлиц довольно легко сорвать. Очень дешевые винты крошатся под отверткой, и крупинки металла могут попасть на системную плату. Не создавайте себе новых проблем и старайтесь не пользоваться такими винтами.

Дюймовая и метрическая меры. Крепежные детали компьютеров могут быть двух типов — *дюймовыми* и *метрическими*. Фирма IBM в большинстве своих компьютеров применяет дюймовый крепеж, но многие изготовители пользуются метрическими винтами и гайками.

Чаще всего с этим приходится сталкиваться при замене дисководов. Американские модели сделаны в дюймовом стандарте, а японские и тайваньские — в метрическом. Если вы заменяете накопитель на гибких дисках в старой модели фирмы IBM, то можете столкнуться с этой проблемой. Постарайтесь вместе с выбранным компьютером сразу приобрести необходимые винты и кронштейны, поскольку найти их отдельно в магазинах будет нелегко. В инструкции по эксплуатации всегда приводятся чертежи расположения отверстий для крепления и типы используемых винтов.

Накопители на жестких дисках могут быть сделаны и в том, и в другом стандарте в зависимости от фирмы-изготовителя. Сегодня производители большинства типов накопителей в основном используют метрический стандарт.

Внимание!

Некоторые винты (особенно винты, используемые для крепления накопителей на жестких дисках) должны иметь строго установленную длину. Слишком длинный монтажный винт, будучи затянутым до конца, может повредить корпус накопителя. Прежде чем окончательно устанавливать новый диск, осторожно поэкспериментируйте с закручиванием винтов и определите, на какую глубину их можно ввернуть без риска задеть корпус или другие части накопителя. Если у вас возникают сомнения, постарайтесь найти документацию — в ней точно сказано, какие винты необходимы для крепления и какой должна быть их длина.

Паяльные принадлежности

Для выполнения некоторых операций, например для восстановления контактов оборванных проводов, установки компонентов на плату, демонтажа и установки припаянных к плате микросхем и изготовления новых перемычек вам потребуется *паяльник*. Иногда он необходим даже тогда, когда вы работаете только с платами и блоками.

Несмотря на то что сегодня ремонт компьютера сводится к простой замене неработающей платы, в некоторых ситуациях вам может потребоваться пайка (например, если повреждено соединение клавиатуры с системной платой при неаккуратном перемещении кабеля; в этом случае простое припаивание позволит восстановить соединение).

К большинству системных плат подсоединяются устройства ввода-вывода наподобие последовательных и параллельных портов. Многие из этих портов представляют собой обычные предохранители, защищающие схемы системной платы от внешних повреждений. Если из-за замыкания в схеме или статической нагрузки от внешнего устройства перегорит предохранитель, то работоспособность платы можно восстановить, заменив испорченный предохранитель.

Для устранения незначительных повреждений компьютера (наподобие указанных выше) мощность паяльника должна быть около 25 Вт. Паяльники мощностью более 30 Вт перегреваются и могут повредить компоненты и саму плату. Но даже с маломощным паяльником работать нужно аккуратно и быстро, используя устройство для отвода тепловой энергии. Таким устройством может быть *теплоотвод* — маленький металлический прибор, специально разработанный для поглощения чрезмерного тепла, прежде чем оно достигнет предохраняемого компонента. В некоторых случаях для эффективного отвода тепла при пайке можно использовать пару зажимов.

Для демонтажа компонентов, припаянных к печатной плате, понадобится *отсос для припоя*. Это устройство представляет собой трубку с воздушной камерой и поршнем. Отсос "взводится" нажатием на шток поршня, последний при этом продвигается вперед до начала трубки и фиксируется в этом положении. Если вам нужно удалить компонент с платы, коснитесь паяльником одного из выводов компонента с обратной стороны платы (со стороны пай-

ки). Когда припой расплавится, поднесите к нему наконечник отсоса и нажмите "спусковой крючок". При этом сжатая пружина вытягивает поршень из трубки, жидкий припой моментально всасывается, а вывод компонента практически полностью очищается.

Всегда нагревайте и отсасывайте припой с обратной стороны платы, а не со стороны установки компонентов. Повторите эту операцию для каждого вывода. Когда вы освоите этот прием, на демонтаж одной интегральной схемы с 16 выводами вы будете тратить одну-две минуты, не повреждая при этом плату и соседние компоненты. Конечно, демонтировать микросхемы с большим числом выводов сложнее.

Совет

Таким образом можно оперировать с устройствами, контакты которых вставляются в сквозные отверстия платы и обрабатываются с обратной стороны. Устройства, которые следует монтировать на одной поверхности, обрабатываются совсем иначе и требуют намного более дорогостоящих инструментов. Работы по креплению таких устройств обычно выполняются в хорошо оборудованных вычислительных центрах.

Если вы хотите научиться паять, потренируйтесь на ненужной печатной плате. Сначала удалите с нее все компоненты, стараясь как можно меньше их нагревать. Плавить припой нужно быстро, следя за временем, в течение которого вы прижимаете паяльник к точке пайки. Затем установите все компоненты обратно, предварительно прочистив монтажные отверстия. Припаяйте все выводы с обратной стороны платы, делая это быстро и используя минимальное количество припоя. Постарайтесь, чтобы ваша пайка выглядела не хуже фирменной, выполненной на специальном оборудовании. Если пайка выглядит плохо (имеет наплывы и т.п.), значит, контакт в этом месте не совсем хороший и впоследствии он может окончательно нарушиться. Такая "холодная" пайка возникает при недостаточном нагреве. *Имейте в виду: ни в коем случае не учитесь паять на той плате, которую вы хотите отремонтировать!* Не приступайте к работе с паяльником до тех пор, пока не будете уверены в своих силах. Я, например, всегда держу под рукой несколько испорченных плат для экспериментов и отработки технологии.

Некоторые работы лучше доверить профессионалам, располагающим специальным оборудованием. Например, для пайки и демонтажа компонентов с близко расположенными выводами нужны специальные приспособления.

Измерительные приборы

Иногда при проверке плат или компонентов приходится пользоваться измерительными приборами и специальными устройствами. Они сравнительно недороги и просты в применении. Для проверки компьютера необходимы *мультиметр* и *тест-разъемы*. Тест-разъемы позволяют проверять последовательные и параллельные порты и присоединяемые к ним кабели. Мультиметром можно измерять различные параметры, например напряжение в разных точках схемы или на выходе блока питания, и проверять на обрыв проводник на плате или кабель. Неплохим дополнением может служить *тестер сетевой розетки*, с помощью которого проверяют правильность подключения сетевой проводки к розетке.

Тест-разъемы. Для проверки последовательных и параллельных портов применяются *тест-разъемы*. Если их установить вместо соединительных кабелей, то при проверке будут подаваться сигналы с выходных контактов последовательных или параллельных портов на входные контакты, т.е. на самих себя.

Существует несколько типов тест-разъемов. Вам потребуются разъемы для 9- и 25-контактных последовательных портов и для 25-контактного параллельного порта. Такие тест-разъемы выпускаются многими фирмами, в том числе и IBM (причем она предлагает и универсальный разъем, в котором все три разновидности объединены в одном корпусе).

Универсальный разъем сразу для трех портов особенно удобен. Имейте в виду, что тест-разъемы входят в состав большинства диагностических и ремонтных наборов, поэтому отдельно приобретать их не нужно. Вы также можете сделать тест-разъем самостоятельно.

Мультиметры. Зачастую в процессе работы приходится измерять напряжение и сопротивление. Для этого применяются цифровые или аналоговые *мультиметры*. У любого из них есть минимум два измерительных вывода (щупа), которые подключаются к проверяемой цепи. При соединении мультиметр отображает показания. В зависимости от выбранного режима работы прибор измеряет либо сопротивление, либо постоянное или переменное напряжение (более высококлассные модели могут измерять ток, емкость, частоту, параметры транзисторов и т.п.).

Для каждой величины существует несколько диапазонов измерения. Например, верхние пределы шкалы при измерении постоянного напряжения могут быть равны 200 мВ, 2, 20, 200 и 1000 В. Поскольку в компьютерах используется напряжение питания +5 и +12 В, лучше всего выполнять измерения на пределе 20 В. На меньших пределах прибор будет зашкаливать или вообще выйдет из строя, а на больших точность считывания показаний окажется недостаточной.

Если вы заранее не знаете приблизительной величины измеряемого напряжения, установите мультиметр на самый "грубый" предел, а затем постепенно увеличивайте чувствительность. В лучших из этих приборов выбор предела измерения осуществляется автоматически. Такие мультиметры довольно просты в использовании. Переключите мультиметр в режим измерения той величины, которая вас интересует, например в режим постоянного напряжения, и присоедините щупы к проверяемой цепи. Мультиметр сам выберет оптимальный предел измерения, и вам останется лишь считать показания. Подобные приборы чаще всего являются цифровыми.

Я предпочитаю пользоваться малогабаритными цифровыми мультиметрами. Стоят они ненамного дороже стрелочных, но точность измерения у них значительно выше. Некоторые модели по размерам меньше магнитофонной кассеты и умещаются в нагрудном кармане. Один из таких мультиметров фирмы Radio Shack имеет толщину меньше 1 см и весит около 100 г. Прибором такого класса вы сможете измерить все необходимые величины в любом компьютере.

Внимание!

Имейте в виду, что многие стрелочные приборы могут представлять опасность для цифровых схем, так как при измерении сопротивления на щупы подается испытательное напряжение от 9-вольтовой батареи. Если вы попытаетесь измерить таким прибором сопротивление в цифровой схеме, она может выйти из строя, поскольку испытательное напряжение существенно выше максимально допустимого. В цифровых приборах это напряжение, как правило, не превышает 5 В.

Логические пробники и генераторы одиночных импульсов. При поиске неисправностей в цифровых схемах удобно использовать *логический пробник*. Цифровой сигнал может быть либо высокого (5 В), либо низкого (0 В) уровня. Импульсы бывают очень короткими (доли микросекунды), а частота их следования может достигать десятков мегагерц, поэтому обычный мультиметр в такой ситуации бесполезен. Логический пробник предназначен для контроля и индикации именно таких цифровых сигналов.

Особенно он может пригодиться при поиске неисправности в "мертвом" компьютере. С помощью пробника можно проверить работу тактового генератора и наличие других синхронизирующих сигналов. Вы можете сравнить сигналы на каждом выводе какой-либо интегральной схемы с сигналами на исправной микросхеме и найти вышедший из строя компонент. Логический пробник может оказаться полезным и при проверке дисководов — он позволяет проверить сигналы на интерфейсном кабеле или в самой схеме накопителя.

Вместе с логическим пробником обычно используется *генератор одиночных импульсов*. Он предназначен для принудительной подачи в схему импульса высокого уровня (+5 В) длительностью 1,5–10 мкс. Реакция схемы сравнивается с ее "штатным" поведением. Генератор одиночных импульсов используется реже, чем логический пробник, но в некоторых случаях он бывает весьма полезен.

Тестер сетевой розетки — очень полезное измерительное устройство. Этот простой и дешевый прибор применяется для проверки электрических розеток. Его вставляют в розетку и по свечению трех светодиодов определяют правильность подключения проводов.

Хотя плохо смонтированная розетка — большая редкость, мне несколько раз приходилось сталкиваться с этой проблемой. В большинстве случаев был неправильно подведен заземляющий проводник. Неправильно смонтированная розетка приводит к неустойчивой работе компьютера и его зависанию. Происходит это из-за того, что сетевые помехи в незаземленной системе попадают на общий провод компьютера, относительно которого "отсчитываются" уровни логических сигналов. Это приводит к ошибкам при передаче данных и периодическим сбоям.

Однажды при проведении семинара по поиску неисправностей ПК мне нужно было использовать компьютер, к которому нельзя было приблизиться без того, чтобы не заблокировать его работу. Всякий раз, когда я подходил к нему, электростатическое поле, сгенерированное моим телом, влияло на компьютер, и на экране появлялось сообщение об ошибке проверки контроля четности. Проблема состояла в том, что отель, в котором проводился этот семинар, был очень стар, и в комнате не было заземленных розеток. Чтобы предохранить компьютер от блокировки, я должен был выбегать из класса, потому что мои ботинки с кожаными подошвами генерировали статическую нагрузку.

Другой признак плохого заземления электрических розеток — электрические разряды, возникающие в момент прикосновения к корпусу компьютера. В этом случае ток протекает не там, где нужно. Эта проблема также может быть вызвана плохим заземлением самого компьютера. Используя простой тестер электрических розеток, можно быстро определить, исправна ли конкретная розетка.

Тестеры модулей памяти SIMM. Я полагаю, что тестовый прибор, проверяющий функционирование модулей памяти SIMM, должен быть у каждого, кто серьезно относится к поиску неисправностей в ПК и хочет профессионально отремонтировать свою модель. Эти приборы представляют собой маленькие *тестеры*, разработанные для оценки состояния модулей SIMM и других типов модулей памяти, включая индивидуальные модули кэш-памяти. Они могут быть довольно дорогими (более $1 000), но их использование — единственно правильный способ проверки памяти.

Протестировать модули памяти можно с помощью программ диагностики. Но эти программы могут только записывать информацию в память, считывать и проверять ее. Тестер модулей SIMM, кроме указанных операций, может выполнить следующее:

- определить тип модуля памяти;
- определить быстродействие модуля памяти;
- определить, имеет ли модуль памяти контроль четности или использует эмуляцию контроля четности;
- изменить время регенерации и скорость (быстродействие) доступа;
- выявить сбой одиночного бита;
- определить мощности и шумы, связанные со сбоем;
- найти неспаянные контакты и замыкания, возникающие из-за некачественной пайки;
- определить время сбоя;
- обнаружить ошибки сохранения данных.

С помощью обычного программного обеспечения диагностики памяти невозможно выполнить перечисленные функции, так как оно использует стандартные параметры доступа, устанавливаемые контроллером памяти системной платы. Из-за этого диагностические программы не могут изменить ни частоту регенерации, ни способы обращения к памяти. Единственным, но не самым лучшим, выходом является установка неисправной микросхемы в другой компьютер, в котором она будет работать более-менее устойчиво. Однако, если вам и удастся найти такой компьютер, угроза периодического возникновения сбоев памяти все равно останется. Итак, нет лучшего способа правильно протестировать модули памяти ПК, чем использовать тестер модулей памяти SIMM.

Программа профилактических мероприятий

Существует два типа профилактических мероприятий: активные и пассивные.

При *активном* профилактическом обслуживании выполняются операции, основная цель которых — продлить срок безотказной службы компьютера. Они сводятся, главным образом, к периодической чистке как всей системы, так и отдельных ее компонентов. Ниже будет рассказано о чистке и смазке всех основных элементов, переустановке микросхем, перестыковке разъемов, а также о переформатировании жестких дисков.

Под *пассивной* профилактикой обычно подразумевают меры, направленные на защиту компьютера от внешних неблагоприятных воздействий. Речь идет об установке защитных устройств в сети электропитания, поддержании чистоты и приемлемой температуры в помещении, где установлен компьютер, уменьшении уровня вибрации и т.п. Короче говоря, пассивные профилактические меры, о которых тоже будет подробно рассказано ниже, позволяют обеспечить безопасность компьютера.

Методы активного профилактического обслуживания

Насколько часто вам придется выполнять активное профилактическое обслуживание компьютера, зависит от состояния окружающей среды и качества компонентов системы. Если компьютер установлен, например, в заводском цеху или на автозаправочной станции, то, возможно, вам придется чистить его раз в три месяца, а то и чаще. Чистка компьютеров, работающих в офисе, обычно осуществляется раз в два года. Однако, если после года эксплуатации, вскрыв компьютер, вы обнаружите там слой пыли, значит, время между профилактическими работами следует сократить.

Ниже будет рассмотрена еще одна операция, выполняемая при профилактическом обслуживании, — периодическое резервное копирование жестких дисков.

Резервное копирование системы. Один из основных этапов профилактического обслуживания — это резервное копирование системы. Эта операция позволяет восстановить работоспособность системы при фатальном аппаратном сбое. Для резервного копирования необходимо приобрести высокоемкое устройство хранения.

Естественно дискеты для этого не подойдут: стоимость копирования 4 Гбайт информации будет просто "заоблачной", а еще будет затрачено большое количество времени на выполнение этой операции. Достойной альтернативой дискеты могут служить устройства на магнитной ленте. В последнее время стоимость таких устройств постоянно снижается, а емкость увеличивается. Выбор устройства для копирования зависит от ваших финансовых возможностей. Помните также об накопителях CD-RW, CD-R, Zip и Jazz, которые также можно использовать в качестве устройств резервного копирования. Не имеет значения, как вы выполняете резервное копирование системы, главное, что вы это делаете!

Чистка. Одним из самых важных элементов профилактического обслуживания является регулярное выполнение тщательных чисток. Пыль, которая оседает внутри компьютера, может стать причиной многих неприятностей. Во-первых, она является теплоизолятором, кото-

рый ухудшает охлаждение системы. В результате этого сокращается срок службы компонентов и увеличивается перепад температур при прогреве компьютера. Во-вторых, в пыли обязательно содержатся проводящие частицы, что может привести к возникновению утечек и даже коротких замыканий между электрическими цепями. И, наконец, некоторые вещества, содержащиеся в пыли, могут ускорить процесс окисления контактов, что приведет в конечном счете к нарушениям электрических соединений. В любом случае чистка компьютера пойдет ему только на пользу.

Во всех *не* ATX-компьютерах фирмы IBM и совместимых с ними моделях используется принудительное воздушное охлаждение. Вентилятор, устанавливаемый внутри, снаружи или рядом с блоком питания, вытягивает воздух из корпуса компьютера. При этом давление внутри корпуса оказывается ниже, чем в окружающем пространстве. Это приводит к тому, что воздух извне проникает в компьютер через отверстия в корпусе и шасси. Воздушные фильтры в таких случаях обычно не устанавливаются, поскольку трудно обеспечить подачу воздуха вовнутрь корпуса через одно входное отверстие, которое можно было бы закрыть фильтром.

В ATX-компьютерах, часто применяемых в производственных условиях, используется другой принцип: вентилятор нагнетает воздух внутри корпуса, после чего тот выходит наружу через отверстия и щели. Главное преимущество этого метода состоит в том, что единственным каналом поступления воздуха во внутреннее пространство компьютера является входное отверстие вентилятора. Поэтому очистить воздух довольно просто: достаточно лишь установить фильтр в горловине вентилятора. Фильтр, естественно, придется периодически прочищать или заменять. Поскольку внутри корпуса давление выше, чем снаружи, пыль внутрь попасть не может, несмотря на отсутствие герметизации. Весь воздух, поступающий в компьютер, проходит через вентилятор и фильтр, задерживающий частицы пыли.

В большинстве компьютеров, с которыми вам придется иметь дело, охлаждение осуществляется за счет понижения давления в их корпусах. Установить какие-либо фильтры в эти компьютеры невозможно, потому что воздух поступает в корпус через многочисленные отверстия. Естественно, пыль и различные химические вещества из окружающей среды попадают вовнутрь и оседают там. Со временем такие "отложения" могут привести к нежелательным последствиям.

Одной из возникающих проблем является перегревание компьютера. Слой пыли является теплоизолятором, который препятствует охлаждению узлов компьютера. Некоторые компоненты в современных персональных компьютерах выделяют значительное количество тепла, которое необходимо от них отводить. Кроме того, в пыли могут содержаться вещества, проводящие электрический ток, а это приводит к появлению дополнительных электрических цепей прохождения сигналов, которых быть не должно. К тому же эти вещества ускоряют процесс окисления контактов разъемов кабелей и плат адаптеров, выводов компонентов, устанавливаемых в гнезда. И в результате все это может привести к ошибкам и сбоям в работе компьютера.

Совет

В табачном дыму содержатся вещества, проводящие электрический ток и вступающие в химические реакции с металлами. Налет от дыма образуется практически *всюду* в компьютере, приводя к окислению и загрязнению электрических контактов, головок чтения/записи и линз оптических датчиков. *Не курите около компьютерной техники* и попытайтесь убедить свое руководство ввести это правило в служебную инструкцию.

Наиболее подвержены загрязнению дисководы. Каждый из них оказывается, попросту говоря, большой "трубой", через которую постоянно протекает воздух. Поэтому в них быстро скапливается большое количество пыли и нежелательных химических соединений. С жесткими дисками проблем меньше. Они имеют герметичную конструкцию с одним клапаном, в

котором установлен воздушный фильтр. Чистка жесткого диска сводится к простому сдуванию пыли с внешней поверхности корпуса (внутри ничего протирать не надо).

Инструменты для разборки и чистки компьютера. Для того чтобы как следует почистить компьютер и все установленные в нем платы, необходимы специальные инструменты и материалы:

- раствор для чистки контактов;
- баллончик со сжатым воздухом;
- маленькая щетка;
- поролоновые чистящие тампоны;
- заземленный наручный браслет.

Также могут пригодиться:

- клейкая лента;
- химически инертный герметик;
- силиконовая смазка;
- малогабаритный пылесос.

Этих инструментов и химикатов обычно достаточно для выполнения большинства профилактических операций.

Химикаты. Для чистки компьютеров и других электронных устройств используются химические вещества и приспособления. Их можно разделить на следующие основные группы:

- универсальные очистители;
- средства для чистки и смазки контактов;
- приспособления для удаления пыли.

Совет

Химические составы многих чистящих растворов, используемых в электронике, за последнее время сильно изменились, поскольку большинство использовавшихся ранее реактивов были признаны опасными для окружающей среды. Атомы хлора, входящие в состав молекул хлорсодержащих органических растворителей, вступают в реакцию с молекулами озона и разрушают их, поэтому использование таких веществ сейчас строго контролируется международными организациями. Большинству компаний, производящих химические реактивы для чистки и профилактического обслуживания компьютеров, приходится подыскивать заменители, безопасные для окружающей среды. Правда, существенным недостатком этих заменителей является дороговизна и неэффективность.

Универсальные очистители. Для приготовления чистящих растворов используются разнообразные реактивы, но под особым контролем находятся лишь пять из них. EPA (Environmental Protection Agency — Агентство по защите окружающей среды) подразделяет химические соединения, опасные для озонового слоя, на классы I и II. Использование веществ, отнесенных к этим двум классам, строго контролируется. Остальные реактивы могут использоваться без ограничений. К классу I относятся хлорсодержащие растворители.

Чаще всего из веществ, относящихся к классу I, используются различные фреоны, по химическому составу являющиеся хлорфторуглеродами. Еще одно популярное чистящее средство — 1,1,1-трихлорэтан. Поскольку он представляет собой хлорсодержащий растворитель, его применение теперь также строго регламентируется. До последнего времени практически все чистящие растворы делались на основе одного из этих реактивов или их смеси. Формаль-

но использование этих веществ ограничивается, и их производство сократилось, но и до сих пор они встречаются в продаже (по более высокой цене).

Химические вещества класса II представляют собой хлорфторсодержащие углеводороды. Их использование регламентируется не так строго, поскольку они гораздо менее опасны для озонового слоя. Многие чистящие растворы сейчас делаются на их основе, потому что в этом случае на изделия не нужно приклеивать злополучный ярлычок, необходимый при использовании реактивов класса I. Потенциал разрушения озона большинства хлорфторсодержащих углеводородов примерно в 10 раз ниже, чем у хлорфторуглеродов.

К химическим веществам, применение которых не регламентируется, относятся летучие органические соединения и фторсодержащие углеводороды. Сами по себе они не повреждают озоновый слой, но влияют на процесс его восстановления. Фторсодержащие углеводороды часто используются в качестве заменителей хлорфторуглеродов, поскольку они не повреждают озоновый слой.

Существует множество разновидностей универсальных очистителей. Сейчас в связи с предпринимаемыми мерами по защите окружающей среды чаще всего применяются различные спирты, ацетон или другие вещества, не вызывающие разрушения озонового слоя. Прежде чем воспользоваться каким-либо раствором, удостоверьтесь в том, что он предназначен для чистки именно электронных устройств. Это требование обычно сводится к тому, что вещество должно быть химически чистым и не содержать нежелательных примесей. Например, не стоит протирать электронные компоненты и контакты спиртом, купленным в аптеке, потому что он не является химически чистым, а содержит воду или ароматизаторы. В растворах для чистки не должно быть воды и осадков. Лучше использовать их в жидком виде, а не в аэрозоле. Распыление вещества — довольно расточительное занятие, поскольку вы никогда не сможете попасть им только в необходимое место. Вместо этого лучше воспользуйтесь губкой или кусочком замши. Растворы для чистки электронных компонентов можно купить в любом специализированном магазине.

Средства для чистки и смазки контактов. Они похожи на универсальные очистители, но содержат дополнительные смазывающие ингредиенты. Усилия, прилагаемые к кабелям и разъемам со смазанными контактами в процессе их стыковки и расстыковки, существенно уменьшаются. Тонкая пленка смазки на контактах, кроме того, играет роль проводящего антикоррозийного покрытия. Пользуясь такими растворами, вы существенно снижаете вероятность нарушений контактов, а это продлевает срок безотказной службы системы в целом.

Подобные средства особенно эффективны для обработки разъемов шин ввода-вывода, печатных и штыревых разъемов плат адаптеров, разъемов для подключения дисководов, блока питания и практически для всех разъемов в компьютере. Очень хорошим смазочным средством для контактов является *Stabilant 22*.

Приспособления для удаления пыли. Существенным подспорьем при "наведении порядка" в системе может стать баллончик (или компрессор) со сжатым газом. С его помощью пыль и грязь можно просто сдуть с поверхности деталей. Раньше эти баллончики заполнялись фреоном, сейчас — фторсодержащими углеводородами или углекислым газом, которые не наносят вреда озоновому слою. Но будьте осторожны — в процессе расширения газов при выходе их из сопла баллона на последнем может накапливаться большой электростатический заряд. При работе с компьютерами всегда используйте только специально предназначенное для этих целей оборудование. Дело в том, что подобные же приспособления используются для чистки кино- и фотоаппаратуры, и они не всегда соответствуют требованиям электростатической безопасности.

К приспособлениям, в которых используется сжатый газ, относятся баллончики с охлаждающими жидкостями. Они предназначены не для профилактики, а, скорее, для ремонта. Дело в том, что часто неисправность компонента проявляется лишь после его нагрева, а охлаждение на время восстанавливает его работоспособность. Охлаждающей жидкостью его мож-

но быстро остудить. Если схема после этого начинает работать правильно, считайте, что неисправный элемент найден.

Пылесосы. Иногда при "очистных работах" предпочтение отдается пылесосам. Со сжатым газом проще работать на маленьких участках. Пылесосом можно "разгрести завалы" в компьютере, покрытом слоями пыли и грязи. Кроме того, при использовании баллончика пыль, которую вы сдуваете с одного компонента, тут же оседает на другом, чего не случается при использовании пылесоса. При выездном обслуживании в чемодан с инструментами проще положить баллончик со сжатым газом, а не пылесос, пусть даже и маленький.

Существуют пылесосы, созданные специально для обслуживания электронных устройств. Они сконструированы так, чтобы минимизировать возникающий электростатический разряд. При использовании обычного пылесоса, в котором не предусмотрена защита от электростатического разряда, необходимо принять меры предосторожности, например надеть заземленный наручный браслет. Если у шланга пылесоса — металлическая насадка, то следует быть осторожным и не касаться ею монтажных плат и компонентов.

Щетки и тампоны. Прежде чем удалять пыль струей сжатого газа или с помощью пылесоса, можно снять ее небольшой щеточкой (вполне подойдут косметические, а также те, которые используются при ретуши фотографий или рисовании). Примите меры предосторожности против статических зарядов, которые могут образовываться при трении. Чистить щетками лучше всего корпуса блоков, лопасти вентиляторов, решетки воздухозаборных отверстий и клавиатуру. Если вы протираете щеткой что-либо рядом или на самой печатной плате, обязательно наденьте антистатический браслет с заземлением. Движения должны быть медленными и без нажима — это предотвратит появление электростатических разрядов.

Контакты разъемов, головки дисководов и другие важные узлы обычно протирают тампонами из материалов наподобие поролона или искусственной замши, которые не оставляют после себя волосков и пыли. Такие тампоны намного дороже ватных. Но последними, при всей их дешевизне, все же лучше не пользоваться, поскольку буквально на всем, с чем они соприкасаются, остаются волокна хлопка, которые при определенных условиях могут стать проводящими или прилипнуть к головкам дисководов и поцарапать поверхность гибкого диска. Чистящие тампоны из поролона или замши можно приобрести в большинстве магазинов, торгующих аппаратурой и радиодеталями.

Не следует тереть контакты ластиком. Многие рекомендуют счищать грязь и оксидные пленки с печатных контактов мягким карандашным ластиком (да и я сам до последнего времени был того же мнения). Как показали эксперименты, этот способ не подходит по нескольким причинам. Во-первых, при трении ластика о контакты образуются электростатические заряды. Они могут вывести из строя микросхемы, установленные на платах. Чистить контакты плат лучше "влажным" способом (используя соответствующие жидкости). Во-вторых, даже при использовании самых мягких ластиков защитное золотое покрытие частично стирается, открывая воздуху и влаге доступ к основному материалу контактов. Некоторые фирмы выпускают специальные тампоны, заранее пропитанные чистящим составом со смазывающими добавками. Они безопасны как с точки зрения электростатических разрядов, так и с точки зрения сохранности золотого покрытия контактов.

Силиконовые смазки. Силиконовые смазки используются вместо машинных масел при чистке механизмов фиксации дискет в накопителях, направляющих, по которым перемещаются блоки головок дисководов, или направляющих печатающей головки принтера.

Преимущество силикона заключается в том, что он со временем не загустевает и к нему не прилипает пыль. Количество наносимой смазки должно быть минимальным, капли и потеки совершенно недопустимы. Появление смазки в непредусмотренных для этого местах (например, на головках накопителей) может привести к самым неприятным последствиям. Для точечного нанесения смазки лучше всего пользоваться пластмассовой зубочисткой, а если надо смазать поверхность (например, направляющие головки принтера), — губчатым тампоном.

Имейте в виду, что при выполнении некоторых операций, описанных в этой главе, могут образовываться статические заряды. Поэтому обязательно заземляйте в этих случаях все, что только можно (в том числе и себя), чтобы не вывести из строя микросхемы на платах.

Разборка и чистка. Для того чтобы как следует почистить компьютер, его необходимо хотя бы частично разобрать. Некоторые особо усердные поклонники чистоты доходят до того, что снимают системную плату. Конечно, доступ к остальным узлам станет при этом превосходным, но, на мой взгляд, достаточно довести разборку до той стадии, когда системная плата окажется полностью открытой.

Вам придется вынуть все съемные платы адаптеров и дисководы. Хотя головки дисководов можно протереть с помощью чистящей дискеты, не снимая крышку компьютера, вы, возможно, захотите сделать более основательную "уборку". Помимо головок, можно протереть и смазать механизм фиксации дискеты, а также почистить платы управления и разъемы. Для этого дисковод обычно приходится вытаскивать из компьютера.

Те же самые операции выполняют и с жестким диском: чистят платы и разъемы, а также смазывают заземляющую пластинку. Для этого накопитель на жестком диске придется вынуть. На всякий случай, прежде чем делать это, создайте резервную копию хранящихся на диске данных.

Установка микросхем на свои места. При профилактическом обслуживании очень важно устранить последствия термических смещений микросхем. Поскольку ваш компьютер при включении и выключении нагревается и остывает (следовательно, его компоненты расширяются и сжимаются), микросхемы, установленные в гнездах, постепенно из них "выползают". Поэтому вам придется найти все компоненты, установленные в гнездах, и поставить их на место.

В большинстве компьютеров микросхемы памяти устанавливаются в гнездах или входят в состав модулей SIMM или DIMM. Эти модули фиксируются в разъемах с помощью специальных защелок. У модулей SIPP (аналогичных SIMM, но со штыревыми, а не печатными выводами) таких защелок нет, поэтому они иногда "вылезают" из своих гнезд. Но первыми "кандидатами на выползание" являются обычные микросхемы памяти, устанавливаемые в гнезда. Кроме указанных интегральных схем, в гнездах могут быть размещены микросхемы ПЗУ, микропроцессор и сопроцессор. Все остальные интегральные схемы в большинстве компьютеров устанавливаются путем пайки.

Впрочем, возможны различные варианты. Компоненты, которые в одном компьютере установлены в гнезда, в другом могут быть просто впаяны (даже если эти компьютеры изготовлены одной и той же фирмой). Подобные различия обычно связаны с таким прозаическим обстоятельством, как наличие на заводе запасов определенных микросхем. Если к моменту сборки платы их на складе не оказалось, чтобы не останавливать производство, вместо них устанавливаются пустые гнезда. Когда необходимые ИС поставляются, их просто быстро ставят в гнезда — и платы готовы. Во многих новых компьютерах микропроцессоры устанавливаются в гнезда ZIF (Zero Insertion Force — с нулевым усилием вставки) с рычажком, с помощью которого можно зажать или освободить сразу все выводы установленной ИС. Как правило, из гнезд типа ZIF микросхемы не "выползают".

Для того чтобы поставить ИС в гнездо, надавите на нее сверху большим пальцем, обязательно придерживая при этом плату ладонью с обратной стороны. С большими микросхемами надо обращаться более осторожно. Их устанавливают, поочередно надавливая сначала с одной, а затем с другой стороны до тех пор, пока они полностью не встанут на место (так обычно поступают с процессором и сопроцессором). При перемещении микросхемы вниз часто явственно слышится скрип. Поскольку при выполнении этой операции к платам прилагаются значительные усилия, их лучше вынимать из разъемов или из корпуса.

Вышесказанное, в первую очередь, относится к системным платам. Ни в коем случае не надавливайте на микросхемы, если нет возможности придержать плату другой рукой с обратной стороны, иначе плата прогнется, а при слишком большом усилии может сломаться прежде, чем микросхема встанет на место. Пластмассовые стойки, на которых устанавливается

системная плата, разнесены слишком далеко и не могут противодействовать ее прогибу при столь большом нажиме. Поэтому, прежде чем поправлять ИС на системой плате, выньте последнюю — иначе вы не сможете придерживать ее снизу.

Не удивляйтесь, если примерно через год, после того как вы установите микросхемы на место, вам придется делать это снова. Это вполне нормальное явление.

Чистка плат. Для чистки плат и разъемов вам понадобятся описанные выше тампоны и чистящие растворы.

Сначала очистите платы от пыли и грязи, а затем займитесь установленными на них разъемами. Платы, как правило, лучше всего чистить с помощью специального пылесоса или баллончика со сжатым газом. Последний особенно эффективен при сдувании пыли с плат, на которых установлено большое количество компонентов.

Не забудьте выдуть пыль из блока питания, при этом обращайте особое внимание на отверстия, через которые вентилятор прогоняет воздух. Для этого разбирать блок питания не нужно, достаточно лишь продуть его, направив струю сжатого газа в выходное отверстие вентилятора. Тем самым вы сдуете пыль с внутренних компонентов блока питания, вычистите лопасти вентилятора и закрывающую их решетку.

Внимание!

Во время чистки электронных устройств принимайте меры предосторожности против электростатических разрядов. Они особенно часто образуются в сухой атмосфере зимой.
Самый надежный способ избежать подобных неприятностей — воспользоваться антистатическим браслетом с заземлением. Его надо подключить к общему проводнику той печатной платы, которую вы собираетесь протирать. Это послужит гарантией того, что не возникнет разряда между вашим телом и платой. Другой, более простой, но менее надежный способ — держать плату так, чтобы один из ваших пальцев всегда касался ее общего провода. Что касается заземления, то проще всего его подключить тогда, когда системная плата установлена в корпусе компьютера (можно подсоединиться к металлическому шасси). Это еще один довод в пользу того соображения, что без крайней необходимости плату из корпуса извлекать не стоит.

Чистка контактов разъемов. Протирать контакты разъемов нужно для того, чтобы соединения между узлами и компонентами системы были надежными. Следует обратить внимание на разъемы расширения, электропитания, подключения клавиатуры и динамика, расположенные на системной плате. Что касается плат адаптеров, то на них надо протереть печатные разъемы, вставляемые в слоты на системной плате, и все остальные разъемы (например, разъем, установленный на внешней панели адаптера).

Смочите тампон чистящим раствором. Если вы пользуетесь аэрозолем, то нанесите на тампон такое количество жидкости, чтобы она начала с него капать. Распыляйте аэрозоль подальше от компьютера.

Не экономьте чистящий раствор, почаще смачивайте тампон и протирайте разъемы как следует. Пусть вас не беспокоит то, что капли жидкости остаются на поверхности системной платы. Эти растворы безопасны как для самой платы, так и для установленных на ней компонентов.

Начинайте чистку с позолоченных контактов разъемов, а затем переходите ко всему остальному. Протрите разъемы для подключения клавиатуры, динамика, питания, батареи, а также участки поверхности, с которыми контактируют головки винтов, крепящих системную плату и одновременно электрически соединяющих ее общую шину с шасси.

На платах адаптеров особенно тщательно необходимо протереть контакты печатных разъемов, которые вставляются в разъемы на системной плате. К их позолоченным контактам часто прикасаются люди, которые берут в руки плату адаптера. При этом контакты покрываются жирными пятнами, что при установке адаптера ухудшает контакт с системной платой. Для протирания именно таких разъемов неплохо было бы использовать чистящее средство с добавлением токопроводящей смазки, что, во-первых, привело бы к снижению необходимого усилия при установке платы адаптера в слот, а во-вторых, защитило бы контакты от окисления.

Тем же чистящим раствором можно протереть разъемы плоских кабелей, да и все прочие соединители в компьютере. Это относится, в первую очередь, к разъемам интерфейсных кабелей накопителей на гибких и жестких дисках, печатных платах управления дисководов, а также к разъемам питания.

Чистка клавиатуры и мыши. Клавиатура и мышь будто созданы для того, чтобы втягивать в себя всю окружающую пыль и грязь. Если вы когда-нибудь откроете старую клавиатуру, то, скорее всего, будете поражены ее сходством с мусорным ведром.

Поэтому советую вам периодически чистить клавиатуру пылесосом. Можно также перевернуть клавиатуру клавишами вниз и продуть ее струей сжатого газа. Большая часть накопившейся грязи из нее высыплется, и вы в какой-то степени будете застрахованы от неприятностей, связанных с залипанием и плохими контактами в клавишных переключателях.

Если какая-нибудь клавиша все же залипнет или контакт с ней станет ненадежным, капните в ее контактный узел немного очистителя. Лучше всего, предварительно сняв колпачок клавиши, брызнуть из баллончика непосредственно на переключатель. Обычно для этого не приходится полностью разбирать клавиатуру. Проблем с плохими контактами и залипанием клавиш не возникнет, если периодически чистить клавиатуру с помощью пылесоса или баллончика со сжатым газом.

В большинстве случаев для того, чтобы почистить мышь, достаточно отвернуть фигурную шайбу (крышку), закрывающую отсек с шариком, и вытряхнуть его из гнезда. Протрите его каким-нибудь чистящим составом. Я не советовал бы использовать для этого очиститель со смазкой, потому что вряд ли вам нужен шарик, который скользит, а не катится по столу. После этого прочистите щеточкой или тампоном, смоченным в очистителе, ролики, с которыми соприкасается шарик внутри корпуса мыши.

Если чистить мышь описанным способом, то вас не будут раздражать эпизодические застревания и резкие скачки указателя на экране. Я бы посоветовал работать с мышью на специальном коврике: при этом она не будет собирать всю пыль с вашего стола. Мышь лучше всего чистить, не дожидаясь, пока она начнет плохо работать.

Существует устройство позиционирования указателя, которое требует минимального ухода, — это созданный IBM Trackpoint и подобные ему устройства, представленные другими производителями, например Glidepoint фирмы Alps. Эти устройства полностью герметичны и управляют указателем с помощью специальных датчиков. Очистка сводится к простому протиранию поверхности устройства с использованием слабого очистительного раствора.

Профилактическое обслуживание жестких дисков. Чтобы гарантировать сохранность данных и повысить эффективность работы жесткого диска, необходимо время от времени выполнять некоторые процедуры по его обслуживанию. Существует также несколько простых программ, с помощью которых можно в какой-то степени застраховать себя от потери данных. Эти программы создают резервные копии тех критических зон жесткого диска (и при необходимости восстанавливают их), при повреждении которых доступ к файлам становится невозможным.

Дефрагментация файлов. По мере того как вы записываете файлы на жесткий диск и удаляете их, многие из них *фрагментируются*, т.е. разбиваются на множество разбросанных по всему диску частей. Периодически выполняя дефрагментацию файлов, вы решаете сразу две задачи. Во-первых, если файлы занимают непрерывные области на диске, то перемещения головок при их считывании и записи становятся минимальными, что уменьшает износ привода головок и самого диска. Кроме того, существенно увеличивается скорость считывания файлов с диска.

Во-вторых, при серьезных повреждениях таблиц размещения файлов (File Allocation Table — FAT) и корневого каталога данные на диске легче восстановить, если файлы записаны как единое целое. Если же они разбиты на множество фрагментов, то, не обращаясь к FAT и структуре каталогов, практически невозможно определить, к какому файлу относится тот или

иной фрагмент. В интересах сохранности информации я бы посоветовал выполнять дефрагментацию жесткого диска раз в неделю или после каждой операции резервного копирования.

В большинстве программ дефрагментации предусмотрены следующие функции:

- дефрагментация файлов;
- уплотнение файлов (упорядочение свободного пространства);
- сортировка файлов.

Основной операцией является дефрагментация, но в большинстве программ предусмотрено и уплотнение файлов. Дефрагментация не выполняется автоматически, а должна быть указана особо, поскольку на нее затрачивается дополнительное время. При ее проведении все файлы, записанные на диске, перемещаются к его началу, а свободное пространство располагается в конце. Это приводит к тому, что записываемые впоследствии файлы не фрагментируются и все свободное пространство представляет собой единую область, достаточную для записи любого файла без его разбиения на части.

Последняя операция — сортировка файлов — не является жизненно необходимой, но предусмотрена во многих программах дефрагментации. Выполняется сортировка очень долго, но на скорость доступа к данным она практически не влияет. Некоторый смысл ее заключается в том, что, восстанавливая данные, вы будете знать, в каком порядке располагались файлы на момент аварии. Но знать это, в принципе, не обязательно — вполне достаточно того, чтобы все файлы были дефрагментированы. Порядок их расположения в этом случае не имеет значения. Сортировка файлов предусмотрена не во всех программах дефрагментации, поскольку время, затрачиваемое на нее, не оправдывает результат.

Существуют различные программы дефрагментации для различных операционных систем. В поставку Windows 9*x* входит программа дефрагментации, которая работает с файловыми системами FAT 16 и FAT 32. Программа дефрагментации для Windows 9*x* — это графическое приложение, которое может выполняться в фоновом режиме. Поэтому данная программа дефрагментации лучше других. Во время ее работы можно вызвать окно с детальной информацией о процессе дефрагментации или ограничиться минимальной информацией об этапах процесса.

Помните, что программы дефрагментации для файловых систем FAT 16 и FAT 32 несовместимы. Поэтому не запускайте программы ScanDisk for DOS или Norton Disk Doctor в среде Windows 9*x* — последствия могут быть непредсказуемы!

Антивирусные программы. Вирусы опасны для любой операционной системы. Поэтому не стоит пренебрегать антивирусными программами. Одна из самых известных — SCAN фирмы McAfee Associates. Поскольку Windows 9*x* не содержит антивирусных программ, приобретите одну из утилит, поставляемых другими фирмами, например той же McAfee. Независимо от того, какой программой вы пользуетесь, выявление вирусов надо проводить систематически (в частности, перед каждой операцией резервного копирования жесткого диска). Не дожидайтесь, пока вирус начнет действовать и натворит бед.

Пассивные профилактические меры

Под *пассивной* профилактикой подразумевают создание приемлемых для работы компьютера общих внешних условий. Надо учитывать физические воздействия: температуру окружающего воздуха, тепловой удар при включении и выключении системы, пыль, дым, а также такие немаловажные факторы, как вибрация и удары. Кроме того, очень важны электрические воздействия, к которым относятся электростатические разряды, помехи в цепях питания и радиочастотные помехи.

Рабочее место. Конечная цель любой профилактики — сохранность оборудования (и вложенных в него средств). Компьютеры, в принципе, надежно работают в тех же условиях,

которые благоприятны и для человека. Однако зачастую к ним относятся, как к настольным калькуляторам. При таком пренебрежительном отношении они, как правило, быстро выходят из строя.

Прежде чем обзавестись компьютером, подготовьте для него место. На нем *не должно* быть пыли, а в окружающем воздухе — табачного дыма. Не ставьте компьютер около окна: солнечный свет и перепады температуры влияют на него далеко не лучшим образом. Включать компьютер нужно в надежно заземленные розетки, напряжение в сети должно быть стабильным, без перепадов и помех. Не устанавливайте компьютер рядом с радиопередающими устройствами и другими источниками радиоизлучения.

Нагревание и охлаждение компьютера. Колебания температуры неблагоприятно сказываются на состоянии компьютера. Поэтому, чтобы компьютер работал надежно, температура в офисе или квартире должна быть постоянной.

При колебании температуры могут существенно ускориться "выползания" микросхем из гнезд, потрескаться или отслоиться токопроводящие площадки на печатных платах, разрушиться паянные соединения. При повышенной температуре ускоряется окисление контактов, могут выйти из строя микросхемы и другие электронные компоненты.

Колебания температуры могут сказаться и на работе жестких дисков. Как уже отмечалось, в некоторых накопителях при разных температурах информация записывается на диск с различными смещениями относительно среднего положения дорожек записи, в результате чего возникают проблемы с последующим считыванием.

Для любых электронных устройств, в том числе и для компьютеров, указывается допустимый диапазон температур. Большинство фирм-изготовителей приводит эти данные в паспорте изделия. В нем должны быть указаны два диапазона температур: при эксплуатации и при хранении. Например, для большинства компьютеров фирмы IBM эти диапазоны таковы:

- при эксплуатации: от +15°C до +32°C;
- при хранении: от +10°C до +43°C.

В целях сохранности как самого диска, так и записанных на нем данных оберегайте его от резких перепадов температуры. Если же такой перепад неизбежен — например, вы заносите компьютер зимой с мороза в теплое помещение, — то, прежде чем его включить, дайте ему прогреться до комнатной температуры. Дело в том, что на магнитных дисках накопителя может конденсироваться влага, и при попытке включения накопитель тут же выйдет из строя. Накопитель в такой ситуации должен прогреваться от нескольких часов до суток.

Циклы включения и выключения. Как отмечалось выше, колебания температуры неблагоприятно влияют на компоненты компьютера. Поэтому, если вы хотите, чтобы ваш компьютер работал *долго* и безотказно, старайтесь как можно *реже* его включать и выключать.

Существует два очевидных способа свести к минимуму колебания температуры в системе: либо навсегда оставить компьютер включенным, либо никогда его не включать. Вряд ли вас устроит второй вариант. Поэтому, если главной и единственной вашей целью является продление срока службы системы, держите компьютер постоянно включенным. Конечно, в реальной жизни приходится учитывать и другие обстоятельства, например стоимость электроэнергии, пожарную безопасность и т.п.

Если вы вспомните, как перегорают лампочки накаливания, то поймете, почему повторяющиеся резкие изменения температуры очень опасны. Чаще всего лампочки перегорают в момент включения, когда в нити накаливания возникают большие тепловые перегрузки — ее температура менее чем за секунду изменяется от комнатной до нескольких тысяч градусов. Постоянно включенная лампа служит дольше, чем та, которую все время включают и выключают.

Иногда в качестве аргумента в пользу того, что компьютер надо постоянно держать в рабочем состоянии, приводят опасность электрических перегрузок, возникающих в момент

включения. Однако истинная причина выхода из строя низковольтных полупроводниковых устройств (каковым является большинство компонентов компьютера, кроме блока питания и некоторых узлов монитора) в момент их включения кроется не в превышении допустимых токов или напряжений, а в тепловом расширении или сжатии компонентов. Эксперименты показывают, что постоянно включенные интегральные схемы выходят из строя реже, чем те, на которые напряжение подается от случая к случаю.

Чаще всего в момент включения выходят из строя блоки питания. Возникающие при включении токовые перегрузки, связанные, например, с разгоном двигателей, значительно превышают токи, которые потребляются от источников питания в стационарном режиме. В течение первых секунд работы блок питания отдает (и, следовательно, рассеивает) большую мощность, особенно тогда, когда одновременно раскручиваются двигатели сразу нескольких накопителей, для которых характерны особенно высокие значения пусковых токов. Это зачастую приводит к перегрузке как входных, так и выходных компонентов блока питания (транзисторов и микросхем). Подобные явления мне доводилось наблюдать не раз и не два. Чтобы продлить срок службы компьютера, старайтесь поддерживать температуру его полупроводниковых компонентов относительно постоянной, а также ограничивайте количество включений и выключений питания.

Существует несколько причин, по которым нельзя воплотить в жизнь мою навязчивую идею оставлять все приборы навеки включенными. Во-первых, оставленные без присмотра, они могут стать причиной пожара. Я видел мониторы, которые загорались из-за коротких замыканий в схеме, и компьютеры, которые перегревались и выходили из строя из-за остановок вентиляторов. После этого я не оставляю ни одно включенное устройство "беспризорным". Другое обстоятельство — это расход электроэнергии. Во многих фирмах и организациях проводятся даже кампании по ее экономии: выключается лишний свет и ненужные электрические устройства. А современные высокопроизводительные компьютерные системы потребляют весьма приличную мощность. Да и, с точки зрения сохранности и конфиденциальности информации, работающая без присмотра система оказывается в бо́льшей опасности, чем выключенная и закрытая на ключ.

По всем вышеперечисленным причинам оставлять компьютеры включенными на ночь или на выходные не стоит. Лучше принять компромиссное решение: включать их один раз в день, но не чаще. Этот полезный совет часто игнорируется, особенно если на одном компьютере работает несколько человек. Каждый из них включает систему, делает свое дело и, уходя, выключает. Затем приходит новый сотрудник — и все повторяется сначала. В такой ситуации компьютеры выходят из строя *гораздо* чаще.

Не стоит переживать за судьбу жесткого диска, работающего продолжительное время. Дать ему работать как можно дольше — лучшее, что вы можете для него сделать. Оставляя накопитель включенным, вы снижаете вероятность ошибок при записи и считывании, возникающих из-за колебаний температуры, и благодаря этому, при использовании недорогих накопителей с шаговыми двигателями привода головок увеличивается их надежность и продлевается срок, после которого необходимо выполнять переформатирование низкого уровня для коррекции смещения головок. Подшипники и двигатели также лучше работают при стабильной температуре. Возможно, вы оказывались в ситуации, когда не могли загрузить компьютер с жесткого диска, после того как долго его не включали (например, после выходных). Выйти из положения вам удавалось только с помощью переформатирования. Но, скорее всего, если бы вы оставили систему включенной, проблемы не возникло бы.

Совет

Если вы долго не включали компьютер, то, прежде чем записывать что-либо на жесткий диск, дайте ему *прогреться* хотя бы минут 15. Включите компьютер, выпейте чашечку кофе, почитайте газету или займитесь другими делами. Надежность хранения данных на диске возрастет во много раз.

Если вы надолго оставляете компьютер включенным, но не работаете на нем, экран лучше отключить или вывести на него изображения, перемещающиеся случайным образом. Если на экране в течение длительного времени высвечивается статическое изображение, люминофор кинескопа *выгорает*. Экраны монохромных дисплеев более уязвимы в этом отношении, чем цветных. Если вы когда-нибудь видели монохромный дисплей, на котором видны (даже когда он выключен) меню или заставки постоянно используемых программ, то вы поймете, о чем идет речь. Посмотрите на справочные мониторы в аэропортах — на них особенно заметен этот эффект.

Большинство современных мониторов, поддерживающих функцию сохранения электроэнергии, может по команде системы автоматически переходить в режим ожидания. Если в вашей системе предусмотрены возможности сохранения энергии, включите их для монитора, и они сэкономят электроэнергию и сберегут дисплей.

Электростатические заряды. Серьезную угрозу для компонентов компьютера представляют электростатические заряды. Наиболее опасны они зимой, при низкой влажности воздуха, а также в районах с сухим климатом. В этих условиях при работе с компьютером необходимо принять специальные меры предосторожности.

Электростатические явления вне корпуса системного блока редко приводят к серьезным последствиям, но на шасси, клавиатуре или просто рядом с компьютером сильный разряд может привести к нарушениям при проверке четности (в памяти) или зависанию компьютера. Бывали случаи, когда компьютер зависал и появлялись ошибки четности только из-за того, что я проходил слишком близко от него. Как правило, все эти проблемы возникают из-за того, что шнур питания компьютера плохо заземлен. Для подключения системы к сети нужно пользоваться трехштырьковой вилкой, а заземление розетки должно быть надежным.

Особые меры предосторожности необходимо принимать тогда, когда вы открываете системный блок или работаете с отдельными узлами и платами, извлеченными из компьютера. Если вовремя не отвести накопившийся статический заряд, можно погубить многие компоненты компьютера. Всякий раз, вынимая из корпуса платы или адаптеры, для выравнивания электростатического потенциала беритесь за участки, соединенные с общим проводом, например за кронштейны.

Как уже было сказано, наилучший способ избавиться от электростатических проблем, — как следует заземлить шнур питания. Для того чтобы статические заряды не вывели из строя компоненты системы, не "пускайте" их внутрь. Барьером на их пути являются правильно сконструированные шасси и корпус компьютера, через которые заряды отводятся на общий провод. Чтобы окончательно заземлить систему, ее сетевой шнур надо подключить к розетке с тремя гнездами.

Помехи в сети питания. Для того чтобы компьютер работал нормально, напряжение питающей сети должно быть достаточно стабильным, а уровень помех в ней не должен превышать предельно допустимой величины. Иногда компьютер приходится подключать к той же сети переменного тока, от которой питаются устройства большой мощности. Перепады напряжения, возникающие при включении и выключении этого оборудования, немедленно сказываются на их работе. При работе некоторых агрегатов в сети возникают переходные процессы (всплески напряжения) амплитудой до 1000 В и даже выше, которые могут просто сжечь блок питания компьютера. Хотя появляются эти выбросы довольно редко, однако их последствия бывают разрушительными. Даже если для питания компьютера используется отдельная линия, это не исключает появления в ней выбросов напряжения, поскольку это зависит от качества всей сети энергоснабжения здания или даже района.

Выбирая место и способ подключения системы к сети, обязательно учитывайте следующие требования.

- Старайтесь подключать компьютеры к отдельным линиям питания со своими предохранителями (желательно автоматическими). Это, конечно, не гарантирует полного отсутствия помех, но поможет от них застраховаться.
- Проверьте сопротивление шины заземления (оно должно быть низким), выходное напряжение линии (оно должно находиться в допустимых пределах) и убедитесь в отсутствии помех и всплесков напряжения.
- Подключайте компьютер к сети с помощью трехштырьковых вилок. Не пользуйтесь переходниками для розеток с двумя гнездами, поскольку система при этом останется без заземления.
- Уровень помех в сети возрастает при увеличении внутреннего сопротивления линии, т.е. чем длиннее соединительные провода и чем меньше их сечение, тем он выше. Чтобы не увеличивать сопротивление линии, не пользуйтесь без крайней необходимости удлинителями (или хотя бы выбирайте те из них, которые рассчитаны на подключение мощных потребителей энергии).
- Со временем у вас обязательно возникнет желание подключить к розетке, в которую вставлен шнур от компьютера, что-нибудь еще. В принципе, это возможно, главное — чтобы этих дополнительных устройств было не слишком много. Для подключения устройств, не имеющих отношения к компьютерам, лучше использовать другую розетку.

На качество питающего компьютер напряжения наибольшее влияние оказывает "соседство" (подключение к одной линии) таких приборов, как холодильники, кондиционеры, кофеварки, копировальные аппараты, лазерные принтеры, обогреватели, пылесосы и мощные электроинструменты. Любое из перечисленных устройств, будучи включенным в одну розетку с компьютером, может стать причиной его сбоя. Я бывал в учреждениях, где все компьютеры зависали ежедневно ровно в 9.05 утра — после того как включались многочисленные кофеварки.

Что касается копировальных аппаратов и лазерных принтеров, то их тоже не стоит включать в одну розетку с компьютером — они потребляют слишком большую мощность.

Еще одна проблема возникает в модных нынче офисах, разделенных перегородками на отсеки. Обычно в этом случае никто не утруждает себя прокладкой отдельных силовых кабелей от общего распределительного щитка в каждый отсек, и вся электросеть представляет собой последовательную цепочку проводов и розеток, обходящую ячейки одну за другой. Мне жаль того человека, чей компьютер подключен к последней розетке в этой цепи — качество напряжения в ней оставляет желать лучшего.

Приведу один из многочисленных примеров из моей практики, связанный с рассматриваемой темой. Я довольно долго возился с компьютером, в котором эпизодически нарушался контроль четности. Адреса, по которым возникали ошибки, не повторялись, что обычно свидетельствует о неполадках в источниках питания. Все мои попытки отремонтировать компьютер оказывались безуспешными, поскольку не было ясно, что является причиной сбоев — блок питания или силовая электрическая сеть. Ответ был найден лишь после того, как я понаблюдал некоторое время за работой системы. Ошибка четности возникала каждый раз, когда в соседнем отсеке включали копировальный аппарат. "Неполадка" исчезла сама собой сразу же, как только компьютер подключили к отдельной линии.

Я надеюсь, что советы, приведенные в этом разделе, помогут вам правильно выбрать место для компьютера и избавят вас от многих неприятностей.

Радиочастотные помехи. Радиочастотные помехи (радиопомехи) — это еще один источник проблем, связанных с компьютером. Они возникают в том случае, если поблизости расположен источник радиоизлучения. Если рядом с вашим домом или офисом установлен 50-киловаттный передатчик коммерческой радиостанции, то вы столкнетесь с некоторыми, мягко говоря, слож-

ностями. Однако и радиоизлучение гораздо меньшей мощности может сказываться на работе компьютера. Мне неоднократно рассказывали о том, как при работе радиотелефона с клавиатуры самопроизвольно начинали вводиться разные символы — как будто на ней печатало привидение. Иногда при воздействии радиопомех компьютер просто зависает. Бороться с такими неполадками сложно, потому что каждый случай является уникальным. Иногда удается избавиться от помех, просто развернув компьютер, поскольку степень воздействия радиосигнала на объект зависит от его ориентации. Иногда для внешних соединений (например, для подключения клавиатуры) приходится использовать экранированные кабели.

Лучше всего пропустить соединительный кабель через ферритовое кольцо. При этом подавляются как внешние помехи, воздействующие на систему, так и ее собственное электромагнитное излучение. Если радиочастотные помехи фокусируются на один-единственный кабель, то чаще всего избавиться от них удается именно вышеописанным способом. Однако иногда сделать это непросто (или вовсе невозможно), поскольку имеющийся на кабеле разъем не проходит через центральное отверстие в сердечнике.

Радикально решить проблему, связанную с помехами, можно, только устранив их источник. Конечно, вряд ли вам удастся "заставить замолчать" ближайшую радиостанцию, но если причиной всех бед является небольшой радиопередатчик, снабдите его фильтром для подавления побочных излучений. К сожалению, этого не всегда достаточно, и помехи будут присутствовать до тех пор, пока вы не передвинете передатчик подальше от компьютера или не выключите его.

Влияние окружающей среды на работу компьютера. Грязь, дым и пыль осложняют работу компьютера. Вентилятор блока питания втягивает имеющиеся в воздухе частицы внутрь компьютера, где они и скапливаются. Если компьютер предполагается эксплуатировать в неблагоприятных условиях, то, возможно, стоит подумать о покупке системы, разработанной специально для этого.

В компьютерах промышленного назначения мощный вентилятор используется для нагнетания воздуха внутри корпуса. Воздух, поступающий в компьютер, проходит через фильтр, который следует периодически очищать или заменять. Внутри корпуса системного блока образуется область повышенного давления, поэтому пыль и дым в него проникнуть не могут — через все отверстия, кроме одного, воздух выходит наружу, а одно-единственное входное отверстие закрыто фильтром.

Для таких компьютеров существуют специальные клавиатуры, защищенные от попадания в них влаги и грязи. Одни из них представляют собой плоские панели с клавишами мембранного типа. Набирать на них довольно трудно, поскольку приходится сильно нажимать на клавиши. Другие похожи на обычные, но все клавиши на них закрыты тонким пластмассовым чехлом-крышкой. Таким чехлом можно закрыть и стандартную клавиатуру, чтобы защитить ее от пыли и грязи.

Итак, если вы будете соблюдать все правила и рекомендации, приведенные в этой главе, то ваш компьютер будет служить долго и надежно, и снимать с него крышку вам придется только тогда, когда подойдет время планового профилактического обслуживания.

Глава 18

Программное обеспечение операционных систем и поиск неисправностей

В этой главе рассматриваются наиболее популярные на сегодняшний день операционные системы и их взаимодействие с аппаратным обеспечением. Не удивляйтесь, что рассмотрение операционных систем попало в книгу об аппаратном обеспечении, поскольку при решении множества проблем нельзя игнорировать такую важнейшую составляющую любого компьютера, как операционная система. Понимание функционирования операционной системы — ключ к успеху при выполнении диагностики и устранении неисправностей компьютера.

Большинство ПК работают под управление операционной системы DOS (часто в комбинации с Windows 3.1*x*) или Windows 9*x*. Операционная система Windows NT приобретает все бо́льшую популярность как сетевая операционная система. В этой главе речь пойдет о базовой структуре этих операционных систем, компонентах, процессе загрузки и способах решения возникающих проблем.

Дисковая операционная система (DOS)

DOS (Disk Operating System — дисковая операционная система) — самая распространенная в настоящее время операционная система для персонального компьютера. Единственный ее недостаток — она не поддерживает всех возможностей современного аппаратного обеспечения. Но не смотря на это, основы DOS заложены в более совершенные операционные системы, такие как Windows 95 и Windows 98. В это главе будут рассмотрены операционные системы, построенные на основе DOS, а также будет приведен краткий обзор операционной системы Windows NT.

Основы операционной системы

DOS — это только одна из составляющих нормально функционирующей компьютерной системы. Даже если вы работаете с прикладным программным обеспечением (например, с текстовым редактором), операционная система не перестает функционировать. Чаще всего можно достаточно точно определить, какие именно программы работают совместно с вашим приложением.

Обычно в системе взаимодействуют близкие друг другу компоненты, но это правило выполняется не всегда. Многие программы для повышения производительности игнорируют предоставляемый BIOS и DOS сервис и напрямую работают с аппаратным обеспечением (в частности, с видеопамятью). Высокая производительность — это, конечно, замечательно, но некоторые операционные системы (например, OS/2 и Windows NT) не позволяют работать с аппаратным обеспечением напрямую, поэтому, если программа не следует правилам "игры" операционной системы, ее (программу) придется переписать.

Нижним уровнем в иерархии системы является аппаратное обеспечение. Передавая различные значения данных в порты или изменяя значения системных переменных, можно управлять работой всех подключенных устройств. Это очень сложный процесс, требующий

доскональной знания архитектуры компьютера и аккуратного применения этих знаний на практике. Создавать программное обеспечение, работающее на таком уровне, имеет смысл только в том случае, если интенсивно ведется работа именно на аппаратном уровне. В таком случае в качестве команд используется так называемый *машинный язык*, представляющий собой команды в двоичном коде для микропроцессора. Возможности машинного языка ограничены, и для выполнения самой незначительной задачи нужно написать довольно большой объем кода. В то же время выполнение даже большого количества таких инструкций занимает мало времени и при этом используется минимальное количество системных ресурсов.

Программы на машинном языке можно также писать непосредственно в двоичном коде, но обычно для этого применяется специальный инструмент — *язык ассемблера*. Программы пишутся в текстовом редакторе, а затем компилятором языка ассемблера преобразуются в выполняемый компьютером двоичный код. Каждая команда ассемблера соответствует определенному машинному коду, поэтому эффективно использовать их могут *только* программисты высокой квалификации. В настоящее время почти никто не пишет программ непосредственно в машинных кодах, поэтому популярность языка ассемблера значительно снизилась. Кроме того, этот язык постепенно выходит из употребления из-за трудоемкости написания на нем программ и приобретающей все более важное значение проблемы *переносимости* программного обеспечения на другие системы.

При включении персонального компьютера управление получает специальный набор программ в машинных кодах — ROM BIOS. Этот набор программ, всегда присутствующий в системе, напрямую связывается с аппаратным обеспечением. BIOS перехватывает и обрабатывает поступающие от программ более высокого уровня команды, обеспечивая связь программного обеспечения с аппаратным. Процедуры на этом уровне обычно называют *процедурами обработки прерываний*. Для обращения к BIOS программист может использовать команды практически любого языка программирования.

Сама по себе DOS состоит из нескольких компонентов. Она тесно взаимодействует с BIOS, и одна из частей DOS фактически является расширением BIOS, предоставляющим пользовательским программам больше возможностей. DOS обеспечивает взаимодействие BIOS с программами высокого уровня (например, с пользовательскими приложениями). Она предоставляет значительный набор функций для работы с файлами и аппаратным обеспечением, так что программисту не нужно каждый раз изобретать велосипед. Используя функции DOS, можно, например, открыть, закрыть, найти, удалить, создать или переименовать файл, а также выполнить над ним другие действия.

Замечание

Эта интеграция функций аппаратного обеспечения в операционную систему является одной из основных задач, которые решают разработчики операционных систем. Последние версии Windows построены на основе DOS, а также содержат большинство функций аппаратного обеспечения, что позволяет приложениям напрямую использовать устройства компьютера.

Этот стандартный набор функций для работы с файлами дает возможность восстанавливать данные в случае их повреждения. Представьте себе, что произойдет, если каждое приложение будет работать с файлами, используя для их хранения на диске собственный метод. В данном случае каждое приложение требовало бы для работы отдельного диска. К счастью, этого не происходит, и все приложения пользуются единой системой файлов, средства для работы с которыми предоставляет DOS.

Одна из основных задач DOS заключается в загрузке и выполнении программ. В этом смысле DOS является *оболочкой*, которая может запускать на выполнение другие программы. DOS предоставляет запускаемым программам функции и окружение, необходимые для их работы (в том числе возможность запуска Windows 3.1*x* и других оболочек). Windows 9*x* в кон-

це концов объединила DOS и Windows в единое целое, при этом вы можете работать с командной строкой DOS, не выходя из Windows 9*x*, и пользоваться всеми преимуществами стандартизованного графического интерфейса.

Системная ROM BIOS

Системную ROM BIOS можно рассматривать как связующее звено между аппаратным обеспечением и операционной системой. Подумайте, почему IBM может поставлять одну и ту же операционную систему для первых IBM PC и для современных систем на базе процессора Pentium II? Если бы DOS пришлось работать непосредственно с аппаратным обеспечением, она была бы очень к нему привязана и полностью зависела бы от архитектуры компьютера. Вместо этого фирма IBM разработала набор стандартных функций, которые выполняются системной ROM BIOS, а точнее, набором программ, расположенных в ПЗУ. Таким образом, каждая система комплектуется своей BIOS, что обеспечивает полную совместимость программного обеспечения с аппаратурой.

Благодаря такому способу взаимодействия операционная система может пользоваться единым интерфейсом для работы с различными архитектурами компьютеров. Кроме того, любое приложение, использующее стандартные функции DOS, будет работать под ее управлением в любой системе (если, конечно, хватит мощности системы). На рис. 18.1 схематически показано взаимодействие компонентов на двух совершенно различных платформах (системах), ROM BIOS которых обеспечивают полный набор стандартных функций.

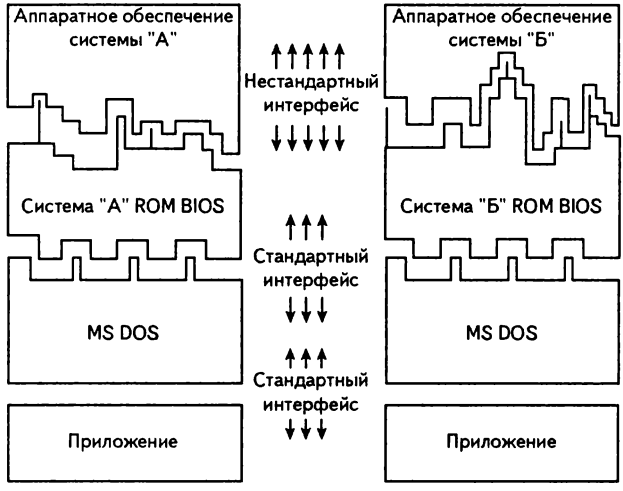


Рис. 18.1. Взаимодействие компонентов системы

На платформах, показанных на рис. 18.1, можно запускать не только одну и ту же версию DOS, но и одни и те же пользовательские приложения, использующие стандартные функции DOS и BIOS. Однако следует помнить, что код ROM BIOS может изменяться от архитектуры к архитектуре, так что BIOS одной системы вовсе не обязательно подойдет для другой системы. Если вы решили заменить ROM BIOS, обратите особое внимание на то, для какой системной платы и какого набора микросхем она разработана.

Область DOS на рис. 18.1 — это системная область, или область ядра DOS. Ядро DOS состоит из двух файлов, имеющихся на любом загрузочном диске DOS. Эти файлы, в зависимости от производителя, называются либо `Ibmbio.com` и `Ibmdos.com` (используются в PC DOS фирмы IBM), либо `Io.sys` и `Msdos.sys` (MS DOS фирмы Microsoft).

На рис. 18.1 представлена упрощенная схема взаимодействия компонентов системы. В идеальном варианте все программы должны общаться с аппаратным обеспечением через BIOS и DOS, но на практике многие программисты часто обходят их в своих программах, напрямую работая с аппаратным обеспечением. В результате эти программы зачастую работают не со всеми платформами, даже если ROM BIOS обеспечивает полную совместимость.

Зачастую непосредственная работа с устройствами повышает *эффективность* выполнения программы. Например, многие программы напрямую общаются с видеопамятью для ускорения вывода информации на экран. При установке таких программ пользователь должен указать используемое аппаратное обеспечение, чтобы в дальнейшем программа могла корректно к нему обращаться.

Кроме того, некоторые утилиты требуют непосредственного взаимодействия с аппаратным обеспечением. Например, программы управления памятью работают с процессором напрямую и используют его специфические особенности.

Такой взгляд на систему не дает представления о прямом взаимодействии DOS с аппаратным обеспечением. Загрузочные системные файлы DOS преимущественно состоят из драйверов низкого уровня, разработанных для замещения соответствующего кода ROM BIOS. При загрузке DOS операционная система распознает версию установленной на компьютере ROM BIOS и в зависимости от версии подгружает дополнительные надстройки над BIOS. Например, PC DOS содержит минимум четыре программы для работы с жесткими дисками, но в зависимости от системы загружается только одна из них.

Компоненты DOS

DOS состоит из системы ввода-вывода и оболочки. Система ввода-вывода состоит из постоянно находящихся в памяти программ, которые загружаются в первую очередь при загрузке самой системы. Система ввода-вывода хранится на диске в двух скрытых файлах, имена которых различаются в зависимости от поставщика операционной системы. Так, в MS DOS эти файлы называются `Io.sys` и `Msdos.sys`, а в IBM DOS — `Ibmbio.com` и `Ibmdos.com`. Основные функции этих файлов одинаковы.

Программа пользовательского интерфейса, или *оболочка*, содержащаяся в файле `Command.com`, также загружается в память компьютера при загрузке системы. Оболочка — это часть DOS, позволяющая работать с командной строкой DOS. Обычно именно она используется для общения пользователя с операционной системой.

В следующих разделах детально описывается работа как системы ввода-вывода DOS, так и ее оболочки. Подробно будет рассмотрена файловая структура DOS. Все это поможет вам различать сбои аппаратного обеспечения и проблемы, связанные с программным обеспечением, в частности с операционной системой.

Файл `Io.sys` (или `Ibmbio.com`)

`Io.sys` — один из системных файлов, присутствующих на любом системном (загрузочном) диске DOS. Он содержит программы взаимодействия с аппаратным обеспечением и ROM BIOS. В оперативную память компьютера в зависимости от его архитектуры и BIOS загружаются из файла `Io.sys` различные низкоуровневые драйверы для работы с аппаратной частью компьютера и ROM BIOS. В процессе загрузки DOS размещает эти драйверы в памяти и передает им управление (более подробно процесс загрузки описан ниже в этой главе). За исключением части кода инициализации системы, файл `Io.sys` остается в оперативной памяти на все время работы системы.

Чтобы диск был загружаемым, файл `Io.sys`(или его аналог) должен быть первым в корневом каталоге и первый кластер на диске (кластер 2) должен принадлежать этому файлу. Остаток файла может находиться в любом другом месте диска. Обычно файл имеет атрибуты *скрытый*, *системный* и *только для чтения* (соответственно *hidden*, *system* и *read-only*) и устанавливается на диск по команде `Format` (с параметром `/S`) или `Sys`.

Файл Msdos.sys (или Ibmdos.com)

Файл Msdos.sys — ядро DOS — содержит программы для работы с файловой системой DOS, а также для обслуживания приложений пользователя. Msdos.sys загружается в оперативную память и остается там на все время работы системы.

Файл Msdos.sys (или его аналог) должен идти вторым в корневом каталоге системного диска. Он имеет такие же атрибуты, как Io.sys (т.е. *скрытый*, *системный* и *только для чтения*) и обычно устанавливается на системный диск по команде Format (с параметром /S) или Sys. Физическое положение файла на диске не играет никакой роли.

Оболочка, или командный процессор (Command.com)

Командный процессор DOS Command.com — часть операционной системы, отвечающая за общение с пользователем. Команды файла Command.com можно разделить по категориям в зависимости от выполняемых ими функций, но существует более общее деление команд на *внутренние* и *внешние*.

Внутренние (резидентные) команды содержатся непосредственно в Command.com и могут выполняться в любое время из командной строки. Это такие простые и часто используемые команды, как Dir и Cls. Внутренние команды выполняются быстро, так как они уже загружены в оперативную память.

В руководстве DOS для каждой команды указано, является она внутренней или внешней. Таким образом, с помощью руководства можно без проблем выяснить, что нужно для выполнения каждой из команд. Это очень просто — все внутренние команды доступны для немедленного выполнения из командной строки DOS и ничего больше не требуют. В то же время внешние команды являются самостоятельными программами, загружаемыми в память компьютера по мере необходимости.

Внешние команды не являются резидентными, а находятся на диске в виде самостоятельных файлов (таких как Format.com и Xcopy.com в каталогах C:\DOS в DOS, или C:\Windows\Command — в Windows 9*x*). Таким образом, для выполнения какой-либо внешней команды DOS должна иметь возможность найти ее на диске, как и для запуска какой-либо пользовательской программы. Такие команды часто называют *утилитами*, или *временными командами*, так как они загружаются в оперативную память компьютера только на время выполнения, а не находятся в ней постоянно. Большинство команд DOS — внешние, так как в противном случае для резидентной части DOS требовалось бы слишком много оперативной памяти. Внешние команды используются реже, чем внутренние, и выполняются дольше, так как перед выполнением они должны быть найдены на диске и загружены в память.

Загруженная однажды в память, выполненная и перекрытая после этого чем-либо в памяти, внешняя команда не может быть выполнена повторно. Для этого команду надо снова загрузить с диска.

Поиск файлов в DOS

Команда DOS может быть либо внутренней (резидентной), либо внешней, либо пользовательским приложением (программой). При этом принципиальной разницы между внешней командой и пользовательским приложением не существует. При поиске файла DOS не просматривает все диски и каталоги без разбора. В первую очередь, следует знать, что выполняемые файлы могут иметь одно из трех расширений: *com* (command — командный), *exe* (executable — исполняемый) и *bat* (batch — пакетный). Файлы com и exe содержат выполняемый *машинный* код, в то время как bat-файл содержит *команды* DOS в текстовом формате. Поиск таких файлов DOS выполняет в текущем каталоге; если файл не найден, то поиск продолжается во всех каталогах, указанных в переменной PATH.

Для запуска приложения часто достаточно просто ввести несколько символов (например, **win**) в командной строке DOS и нажать клавишу <Enter>. После этого DOS займется последовательным поиском. В первую очередь, DOS проверит, не является ли введенное слово внутренней командой. Если это так, DOS сразу же выполнит эту команду, так как ее код уже находится в памяти. В противном случае DOS начнет искать в текущем каталоге файл с соответствующим именем и расширением `com`, `exe` или `bat` (причем именно в такой последовательности) и запускает его. Если же ни одного файла в текущем каталоге не найдено, DOS последовательно просмотрит все каталоги, указанные в переменной среды `PATH`, в поисках этих же файлов. В конце концов, если ни в одном из просмотренных каталогов не будет найдено подходящего файла, на экран выдается сообщение `Bad command or file name` (Неправильная команда или имя файла). Часто это сообщение означает, что запускаемого вами файла нет в текущем каталоге и к нему не указан путь, а не то, что этот файл отсутствует на диске. В таком случае следует перейти в нужный каталог или добавить путь в системную переменную `PATH`.

DOS может найти и выполнить программу, *только* если она находится в текущем каталоге текущего диска или путь к ней указан в переменной `PATH`.

Обычно простые программы и системные утилиты помещают в один каталог и указывают его имя в переменной `PATH`. После этого каждую такую программу (утилиту) можно запустить из любого каталога, просто введя ее имя.

Однако таким приемом можно пользоваться только в случае простых программ, состоящих из одного файла. Большинство пользовательских приложений состоит из многих файлов, и при запуске их из другого каталога могут возникнуть проблемы, так как многие программы при запуске своих оверлеев ищут их только в *текущем* каталоге, не обращая при этом никакого внимания на переменную `PATH`.

При установке программного обеспечения пользователи обычно указывают переменную `PATH` в файле `Autoexec.bat`. После этого доступ к пользовательским программам становится таким же простым, как и к внутренним командам DOS. Переменная `PATH` в файле `Autoexec.bat` может выглядеть так:

```
PATH=C:\DOS;C:\BAT;C:\TOOLS;
```

Длина строки, задаваемой в переменной `PATH`, не может превышать 128 символов.

Замечание

В Windows 9*x* имя файла может содержать до 255 символов, включая пробелы и другие символы, которые недопустимы в DOS. Однако в файловой системе используется стандарт имен файлов DOS — восемь-точка-три, и длинные имена файлов „обрезаются" по этому стандарту. Для помещения имени каталога, содержащего пробелы, в переменную `PATH`, его необходимо заключить в кавычки, например: `"C:\Program Files"`.

Вместо того чтобы определять путь к файлу в переменной `PATH`, можно запускать его с указанием полного пути. Так, вместо включения пути `C:\DOS` в список и ввода команды **chkdsk** вы можете ввести полное имя файла: **C:\DOS\Chkdsk.com**.

В последнем случае программа `Chkdsk.com` загрузится немного быстрее, так как DOS не будет искать этот файл по всем указанным в `PATH` каталогам. Логично, что этот метод, ускоряющий запуск программ, особенно выгоден при использовании в пакетных файлах.

Версии DOS

Первую версию операционной системы DOS фирма IBM выпустила в 1981 году. Начиная с версии 3 фирма Microsoft стала выпускать собственную операционную систему MS DOS. Позд-

нее к ним присоединились фирмы Compaq, Toshiba и др. Такое количество клонов операционной системы объясняется несовместимостью оборудования, выпускаемого этими фирмами.

DOS версий 5.x. С выпуском фирмой Microsoft операционной системы DOS 5.0 пользователи получили возможность обновлять свою операционную систему. Пятая версия операционной системы (как фирмы IBM, так и Microsoft) могла работать практически на любом компьютере и использовать все самое новое аппаратное обеспечение.

В DOS 5.0 была реализована улучшенная система управления памятью, добавлены многие новые программные средства и утилиты, которые ранее выпускались независимыми производителями. Но единственное преимущество DOS 5.0 перед ранними версиями — она могла работать практически на любом компьютере.

IBM и MS DOS версий 6.xx. Как IBM, так и Microsoft выпустили несколько версий DOS 6.*xx*. Первой была MS DOS 6.0 фирмы Microsoft. В нее впервые была добавлена утилита DoubleSpace для сжатия находящихся на диске данных. К сожалению, DoubleSpace работала *некорректно* с некоторыми конфигурациями систем и аппаратного обеспечения. Спустя некоторое время на свет появилась IBM DOS 6.1 — улучшенная версия MS DOS 6.0, в которой были исправлены некоторые ошибки и не было утилиты DoubleSpace. Microsoft в это время все еще безуспешно пыталась исправить ошибки в работе DoubleSpace, но, к сожалению, это ей не удалось сделать даже в версии MS DOS 6.2. Кроме того, фирма Stacker Corporation подала в суд иск на Microsoft за использование лицензионных алгоритмов этой фирмы в программных продуктах Microsoft (все в той же злосчастной DoubleSpace). В конце концов Microsoft была вынуждена отказаться от DoubleSpace, и MS DOS 6.21 вышла без утилиты сжатия диска, но уже в MS DOS 6.22 была включена новая утилита — DriveSpace, в которой меньше ошибок и которая "чиста перед законом". Фирма IBM, пропустив версию 6.2, выпускает DOS 6.3 (которую называет PC DOS), содержащую утилиту сжатия данных, работающую не хуже разработанной Microsoft. Кроме того, IBM включает в свою версию операционной системы дополнительные команды для работы с устройствами PCMCIA и управления питанием.

Разработка DOS как отдельного продукта была прекращена на MS DOS 6.22 и PC DOS 7. Следующим шагом в развитии операционных систем стали Windows 95 и Windows 98. Эти операционные системы базируются на седьмой версии DOS.

Проблемы, возникающие при обновлении версии DOS

Вы уже знаете, что DOS предъявляет определенные требования к расположению системных файлов на диске. Иногда при замене версии DOS это приводит к возникновению проблем.

Для замены одной версии DOS другой используется команда DOS `Sys`. Эта команда копирует файлы с системного диска, на котором они хранятся с атрибутами *скрытый*, *системный* и *только для чтения*, в соответствующие области на другом диске. Команда `Copy` не может копировать скрытые или системные файлы (точно так же, как и помещать системные файлы в отведенное для них место), поэтому ее нельзя использовать вместо команды `Sys`.

После выполнения команды `Sys` на экране появляется одно из двух сообщений: `System transferred` (Система перенесена) или `No room for system on destination disk` (На диске недостаточно места для системы).

Если на диск записывались какие-либо данные до копирования системных файлов, то при использовании команды `Sys` версии DOS 3.3 или более ранней наверняка будет выдано сообщение об ошибке, так как эта команда не может переносить в другое место файлы, занимающие системное пространство. При использовании команды `Sys` версии DOS 4.0 или более поздней реже выдается сообщение об ошибке, так как она может переносить файлы, занимающие системное пространство.

Некоторые пользователи считают, что сообщение `No room ...` появляется потому, что размеры системных файлов новой версии DOS больше тех же файлов старой версии DOS и, естественно, поэтому новые файлы не помещаются в пространстве, отведенном для старых

файлов. Они также уверены в том, что команда `Sys` не может быть выполнена, так как невозможно выделить свободное пространство в начале диска без перемещения данных. Однако они заблуждаются. Команда `Sys` не выполняется *тогда*, когда имена устанавливаемых системных файлов *отличаются* от имен системных файлов старой версии DOS, установленной на диске. Если же имена системных файлов совпадают, перенос системы осуществляется без каких-либо проблем.

Системные файлы могут располагаться в любом месте дискового пространства. Расположение файла `Msdos.sys` на диске не играет никакой роли, а файл `Io.sys` может быть "разбросан" по всему диску, только его начало обязательно должно находиться в первом кластере области данных диска (кластере номер 2). Первых два файла в корневом каталоге должны называться `Io.sys` и `Msdos.sys` (или именами их аналогов).

DOS 4.0 и более поздние версии. В DOS версий 4.0 и более поздних команда `Sys` значительно мощнее, чем в предыдущих версиях. Поскольку два первых файла в корневом каталоге должны носить имена `Io.sys` (`Ibmbio.com`) и `Msdos.sys` (`Ibmdos.com`) и первый кластер на диске (кластер номер 2) должен быть занят системным файлом, команда `Sys` версий DOS 4.0 и последующих перемещает *любые* файлы, занимающие эти места, автоматически освобождая место для системных файлов (в то время как команда `Sys` версий DOS 3.3 и предыдущих требовала выполнения этих условий *пользователем*).

Команда `Sys` версий DOS 5.0 и более поздних заменяет старые системные файлы новыми, даже если их имена различаются. При этом необходимости в перенесении файлов *вообще* не возникает — команда `Sys` пишет новые системные файлы поверх старых. Таким образом, в версиях DOS 4.0 и более поздних команда `Sys` работает достаточно надежно.

Windows 95. В Windows 95 входит ее собственная программа установки, которая перед инсталляцией новой системы переименовывает существующие системные файлы в файлы с расширением DOS. При загрузке операционной системы Windows 95 можно из стартового меню выбрать операционную систему (для доступа к стартовому меню нажмите клавишу <F8>).

Загрузка

Термин *загрузка* (*boot*) ("произошел" от слова *bootstrap — самозагрузка, самораскрутка*) означает начало работы персонального компьютера. В компьютер загружается большая операционная система, но все начинается с маленькой программы, которая затем "вытягивает" все остальное.

Иногда при загрузке системы появляется сообщение какой-либо программы об ошибке. Совмещая полученную информацию со своими знаниями о процессе загрузки, вы можете определить, где произошел сбой. Чтобы распознать ошибку, прежде всего нужно выяснить, какая программа выдала сообщение. Ниже перечислены программы, которые могут выдавать на экран сообщение в процессе загрузки:

- ROM BIOS на системной плате;
- дополнительные ROM BIOS адаптеров;
- главная загрузочная запись (MBR);
- BOOT-сектор активного раздела;
- системные файлы (`Io.sys`/`Ibmbio.com` и `Msdos.sys`/`Ibmdos.com`);
- драйверы устройств, загружаемые в `Config.sys` или в файл `System.dat` системного реестра Windows 9*x*;
- оболочки операционной системы (например, `Command.com`);
- программы, запускаемые из файла `Autoexec.bat`;
- Windows (файл `Win.com`).

Как DOS загружается и начинает работу

Если у вас возникли проблемы при загрузке компьютера, постарайтесь определить, на каком этапе это случилось. Весь процесс стандартной загрузки компьютера можно разбить на такие этапы.

1. Вы включаете питание компьютера.
2. Источник питания выполняет самотестирование. Если все нормально и все выходные напряжения соответствуют требуемым, источник питания выдает на системную (материнской) плату сигнал Power_Good. Между включением компьютера и подачей сигнала проходит 0,1–0,5 с.
3. Микросхема таймера получает сигнал Power_Good и прекращает генерировать подаваемый на микропроцессор сигнал Reset.
4. Микропроцессор начинает выполнять код, записанный в ROM BIOS по адресу FFFF:0000. Размер ROM BIOS от этого адреса до конца равен 16 байт, по данному адресу записана команда перехода на реально выполняемый код ROM BIOS.
5. ROM BIOS выполняет тестирование системы, для того чтобы проверить ее работоспособность. Обнаружив ошибку, система подаст звуковой сигнал, так как видеоадаптер все еще не инициализирован.
6. В поисках программы работы с видеоадаптером BIOS сканирует адреса памяти видеоадаптера, начиная с C000:0000 и заканчивая C780:0000. Если BIOS видеоадаптера найдена, проверяется контрольная сумма ее кода. Если контрольная сумма совпадает с заданной, управление передается BIOS видеоадаптера, которая инициализирует видеоадаптер и выводит на экран курсор; в противном случае появляется сообщение `C000 ROM Error`.
7. Если BIOS видеоадаптера не найдена, используется видеодрайвер, записанный в ПЗУ материнской платы, который инициализирует видеоадаптер и выводит на экран курсор.
8. ROM BIOS материнской платы сканирует оставшуюся память с C800:0000 по DF80:0000 с шагом 2 Кбайт в поисках BIOS любых других подключенных к материнской плате адаптеров (таких как SCSI-адаптеры). Обнаруженные BIOS выполняются так же, как и BIOS видеоадаптера.
9. При несоответствии контрольной суммы любых BIOS выводится сообщение `XXXX ROM Error`, где XXXX — сегментный адрес некорректного модуля ПЗУ.
10. BIOS проверяет значение слова по адресу 0000:0472, чтобы определить, какая загрузка выполняется (*холодная* или *горячая*). В случае *горячей* загрузки по этому адресу записано слово 1234h, что приводит к пропуску POST (Power On Self Test — самотестирование при включении питания). Если по этому адресу записано другое слово, выполняется POST.
11. В случае *холодной* загрузки выполняется POST. При тестировании на экран компьютера выводится сообщение обо всех возникающих ошибках и подается сигнал со встроенного громкоговорителя (динамика). При успешном завершении POST выдается одиночный звуковой сигнал.
12. Программа ROM BIOS ищет в дисководе A системную дискету и читает на ней сектор 1, находящийся на цилиндре 0, стороне 0 (самый первый сектор). Этот сектор загружается по адресу 0000:7C00 и проверяет, является ли диск загрузочным.
13. Если значения первых байтов считанного сектора некорректные, на экране отображается сообщение об ошибке загрузочной записи дискеты `602-Diskette Boot Record Error` и система останавливается.

14. Если дискета была подготовлена в DOS с помощью команды `Format` или `Sys`, а два первых файла в корневом каталоге не являются системными или их нельзя прочесть, выдается сообщение о том, что диск не системный:

    ```
    Non-System disk or disk error
    Replace and strike any key when ready
    ```

15. Если дискета была подготовлена в DOS с помощью команды `Format` или `Sys`, а загрузочный сектор испорчен, на экран выдается сообщение о сбое при загрузке с диска:

    ```
    Disk Boot failure
    ```

16. Если в дисководе A нет системной дискеты, BIOS читает сектор MBR (Master Boot Record — главная загрузочная запись) — самый первый сектор на жестком диске, который находится по тому же физическому адресу, что и BOOT-сектор на дискете (цилиндр 0, сторона 0, сектор 1). Обнаружив такой сектор, BIOS загружает его в память по адресу 0000:7C00 и затем проверяет его.

    Если последних два байта этого сектора (его сигнатура) не равны 55AAh, вызывается прерывание 18h. При этом на экране появляется предупреждающее сообщение (это сообщение зависит от производителя BIOS вашего компьютера):

    ```
    Non-System disk or disk error
    replace and strike any key when ready
    DISK BOOT FAILURE, INSERT SYSTEM DISK AND PRESS ENTER
    No boot device available
    strike F1 to retry boot, F2 for setup utility
    No boot sector on fixed disk -
    strike F1 to retry boot, F2 for setup utility
    ```

    Сектор главной загрузочной записи (MBR) записывается на жесткий диск программой `Fdisk`. После форматирования жесткого диска на низком уровне во всех его секторах находятся одни нули, и, естественно, первый сектор не содержит необходимой сигнатуры в последних двух байтах. Из этого следует, что описанные сообщения об ошибках будут выдаваться, если вы отформатировали диск на низком уровне, но забыли разбить его на разделы (логические диски).

17. Программа, находящаяся в MBR (начальный загрузчик), просматривает *таблицу разделов* (*partition table*) в поисках *дополнительного раздела* (*extended partition*). Если таковой будет обнаружен, то анализируется загрузочный сектор этого раздела. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не закончатся дополнительные разделы либо не будет достигнут лимит в 24 дополнительных раздела.

18. Начальный загрузчик ищет в таблице разделов активный раздел.

19. Если в таблице разделов нет активного раздела, отображается сообщение об ошибке.

20. Если хотя бы один раздел содержит неправильную метку либо несколько разделов помечены как активные, выдается сообщение об ошибке `Invalid partition table` и система останавливается.

21. Если найден только один активный раздел, его загрузочный сектор читается в память и проверяется, является ли он действительно загрузочным.

22. Если загрузочный сектор активного раздела не читается за пять попыток, выдается сообщение об ошибке `Error loading operating system` и система останавливается.

23. Проверяется сигнатура считанного BOOT-сектора активного раздела. Если последних два его байта не соответствуют сигнатуре 55AAh, выдается сообщение об ошибке `Missing operating system` и система останавливается.

24. Загрузочный сектор активного раздела, как явствует из его названия, содержит программу загрузки операционной системы. Он проверяет первых два файла в корневом каталоге — это должны быть файлы `Io.sys` (`Ibmbio.com`) и `Msdos.sys` (`Ibmdos.com`) — и загружает их.

25. Если диск был подготовлен с помощью программы `Format` или `Sys` и загрузочный сектор испорчен, вы получите сообщение `Disk boot failure`.

26. Если диск был подготовлен с помощью программы `Format` или `Sys` и системные файлы не являются первыми в корневом каталоге или при попытке их чтения возникают сбои, выдается сообщение, что диск не системный или ошибка на диске:

    ```
    Non-System disk or disk error
    Replace and strike any key when ready
    ```

27. Если при загрузке не возникло никаких проблем, управление передается загруженному в память файлу `Io.sys` (`Ibmbio.com`). В Windows 9*x* можно нажать клавишу <F8> и выбрать из появившегося меню загрузку операционной системы в одном из режимов.

28. Код инициализации файла `Io.sys` (`Ibmbio.com`) копируется в верхние адреса памяти, а затем перемещает файл `Msdos.sys` (`Ibmdos.com`) поверх своей копии в нижних адресах памяти. Файл `Io.sys` в Windows 9*x* представляет собой функциональную комбинацию файлов `Io.sys` и `Msdos.sys` в DOS.

29. Код инициализации передает управление файлу `Msdos.sys` (`Ibmdos.com`), который инициализирует базовые устройства, проверяет окружение DOS, инициализирует дисковые и дополнительно подключенные к компьютеру устройства устанавливает параметры системы.

30. Теперь DOS загружена и активизирована, и "бразды правления" снова получает `Io.sys`.

31. Файл `Io.sys` читает файл `Config.sys`. В Windows 9*x* `Io.sys` также находит файл системного реестра `System.dat`.

32. Загруженный файл `Config.sys` просматривается, и выражения из этого файла выполняются в определенной последовательности. В *первую* очередь выполняются строки, начинающиеся словом `DEVICE`, в порядке их расположения в файле. При этом загружаются драйверы различных устройств, после чего выполняются выражения, содержащие слово `INSTALL`, в порядке их расположения в файле. Следующим шагом является обработка выражения `SHELL`, которое определяет путь к командному процессору, параметры его загрузки и запускает его. Если такого выражения в файле `Config.sys` нет либо отсутствует сам файл `Config.sys`, то по умолчанию имя командного процессора устанавливается как `\Command.com` и запускается он с параметрами, установленными по умолчанию. Командный процессор перекрывает в памяти код инициализации, в котором больше нет необходимости.

    В Windows 9*x* просматривается ветвь реестра `Hkey_Local_Machine\System\CurrentControlSet` для загрузки драйверов устройств и других параметров. Командный процессор загружается только при наличии файла `Autoexec.bat`. В загрузочном меню Windows 9*x* есть режим загрузки *safe mode* (*безопасный режим*). В этом режиме не загружаются драйверы специфического аппаратного обеспечения и выпол-

няется загрузка с минимально необходимым для функционирования системы количеством драйверов. Windows загружается в графическом режиме.

При последнем проходе `Config.sys` выполняются все выражения, которые не были выполнены ранее.

33. Если существует файл `Autoexec.bat`, командный процессор загружает и выполняет его. После этого на экране появляется командная строка DOS, в которой можно работать с операционной системой.

34. Если файл `Autoexec.bat` отсутствует, `Command.com` выполняет внутренние команды `DATE` и `TIME`, отображает сообщение об авторских правах и на экране появляется командная строка DOS.
В Windows 9*x* автоматически загружаются драйверы `Himem.sys`, `Ifshlp.sys` и `Setver.exe`. После этого запускается файл `Win.com`, загружающий систему.

Разумеется, загрузка каждого конкретного компьютера может несколько отличаться от описанного здесь сценария.

Вы можете изменить некоторые действия операционной системы при загрузке, откорректировав файлы `Config.sys`, `Autoexec.bat` и системный реестр Windows 9*x*. Эти файлы управляют конфигурацией DOS и Windows 9*x* и позволяют некоторым программам запускаться при каждой загрузке системы.

Управление файлами

Для хранения информации на диске DOS использует несколько структур и элементов. Знание этих структур и методов их взаимодействия поможет вам разрешить возникающие проблемы и при необходимости вручную восстановить неисправные структуры.

DOS располагает файлы на диске по мере необходимости, т.е. дисковое пространство предварительно не распределяется. Минимальная единица выделяемого дискового пространства — *кластер* (*cluster*), в кластере содержится несколько секторов.

Кластеры располагаются на диске таким образом, чтобы минимизировать количество перемещений магнитных головок. При этом учитывается тот факт, что в современных устройствах хранения информации (дисководах, жестких дисках) используется не менее двух головок, перемещаемых одновременно. Поэтому, прежде чем перейти к следующему цилиндру, DOS заполняет текущий, чтобы иметь возможность считывать как можно большие информации без перемещения головок.

В DOS версий 2.*x* использован очень простой алгоритм размещения файлов на диске. Каждый раз, когда программе требовалось дисковое пространство, DOS сканировала весь диск в поисках первого свободного кластера. Если для файла нужно было несколько кластеров, DOS искала следующий свободный кластер, и так до тех пор, пока весь файл не был размещен на диске. Такой метод называется *first available cluster algorithm* (*алгоритм первого свободного кластера*). При использовании данного алгоритма любой удаленный файл, расположенный близко к началу диска, очень скоро перекроется новыми файлами, записанными на диск. Разумеется, хорошего в этом мало, так как практически исключается возможность восстановления удаленных файлов. Кроме того, при использовании данного алгоритма диск делится на много фрагментов, что сказывается на производительности системы, разумеется, не в лучшую сторону.

В DOS 3.0 используется алгоритм *next available cluster algorithm* (*алгоритм следующего свободного кластера*). При использовании этого алгоритма DOS ищет свободные кластеры, начиная не с начала диска, а с места последней записи на диск. При этом удаленный файл не обязательно сразу же перекрывается новыми. DOS устанавливает *указатель последнего записанного кластера* и ищет свободные кластеры, пользуясь этим указателем. Данный указатель размещается в оперативной памяти компьютера и теряется при перезагрузке и выключении системы или при замене дискеты в дисководе.

Алгоритм следующего свободного кластера, применяемый в DOS версий 3.0 и более поздних, эффективнее алгоритма первого свободного кластера. Он обеспечивает более высокую скорость работы системы и снижает *фрагментацию* диска. Иногда такой алгоритм называют *алгоритмом восходящего поиска*, так как при его использовании запись выполняется в кластеры в порядке возрастания номеров. Если при работе этого алгоритма DOS дошла до конца диска, указатель последнего записанного кластера удаляется и дальнейший поиск осуществляется уже с начала диска.

Даже при использовании нового алгоритма сохраняется проблема фрагментации файлов, так как указатель последнего записанного кластера удаляется после перезагрузки, замены дискеты в дисководе или при достижении конца диска. Однако несмотря на это новый метод *намного* эффективнее старого. Кроме всего прочего, он позволяет восстанавливать гораздо больше удаленных файлов по сравнению со старым алгоритмом, так как занятый удаленным файлом участок дискового пространство не сразу используется для записи новых файлов.

Даже если вы переписываете один файл поверх другого под DOS версии 3.0 или выше, кластеры, используемые старой версией файла, не затираются. Если вы записываете на диск файл под существующим именем, занятые кластеры помечаются как свободные, а новый файл (под тем же именем) записывается в другие кластеры. Этот процесс может продолжаться до тех пор, пока система не будет перезагружена или пока указатель последнего записанного кластера не дойдет до конца диска. В этом случае указатель последнего записанного кластера устанавливается на начало диска и вся поступающая информация записывается поверх удаленных файлов.

Однако для каждого нового файла в каталоге DOS всегда использует *первую* свободную запись. Восстановлением "удаленных" файлов занимаются некоммерческие программы. Некоторые такие программы могут резидентно отслеживать удаление файлов под DOS, создавая, по существу, свою собственную систему каталогов. В Windows 9*x* существует средство *Корзина* (*Recycled Bin*), с помощью которого можно восстановить удаленный файл. Однако эта утилита работает иначе, чем обычные программы восстановления файлов в DOS. На диске создается папка, в которую помещаются удаленные файлы. Однако кластеры, занимаемые этими файлами, не помечаются как "свободные". Следовательно записать на их место другие файлы невозможно до тех пор, пока не будет очищена корзина, т.е. соответствующая папка.

Взаимодействие с дисками

DOS использует различные методы работы с дисками для поддержки файловой системы. Каждый метод используется как часть единого целого — работы DOS с дисками. Каждая часть взаимодействует со своими соседями. Когда все компоненты системы работают совместно, операционная система и, соответственно, пользователь получают доступ к дискам и возможность оперировать находящимися на них данными.

Интерфейс, обеспечивающий связь между пользовательским приложением и накопителем, состоит из четырех уровней:

- прерывание DOS Int 21h;
- прерывания DOS Int 25h и Int 26h;
- дисковое прерывание ROM BIOS Int 13h;
- команды для управления дисковым контроллером ввода-вывода.

Каждый уровень выполняет несколько конкретных функций, причем все они работают как для дисководов, так и для жестких дисков, хотя на уровне Int 13h существуют различия между работой с дисководами и жесткими дисками. Контроллеры дисководов и жестких дисков сильно отличаются друг от друга, но уже на уровне обращения к дискам через Int 13h никакой разницы в работе нет. Рассмотрим более детально работу каждого уровня дискового интерфейса.

Прерывание Int 21h. Прерывание Int 21h находится на самом верхнем уровне в иерархии дискового интерфейса. Оно позволяет выполнять наиболее сложные операции с дисками. Например, если пользовательскому приложению нужно создать каталог, ему достаточно вызвать функцию 39h прерывания Int 21h. Эта функция самостоятельно выполнит все необходимые для создания нового каталога действия, включая модификацию структуры каталогов и секторов FAT. Все, что требуется передать данной функции, — это имя создаваемого подкаталога. Int 21h выполняет значительный объем работы как при создании каталога, так и при осуществлении других дисковых операций, поэтому в большинстве случаев приложения используют его для работы с дисками.

Прерывания Int 25h и Int 26h. Прерывания Int 25h и Int 26h выполняют операции значительно более низкого уровня по сравнению с Int 21h. Эти прерывания могут только читать с диска указанные секторы (Int 25h) или записывать указанные секторы на диск (Int 26h). Если вы захотите с помощью только этих функций создать на диске новый каталог, вам придется выполнить следующие действия.

- Точно рассчитать, какой именно каталог и какие секторы FAT необходимо модифицировать.
- Прочитать эти секторы с помощью Int 25h.
- Изменить содержимое считанных секторов так, чтобы в них находилась информация о новом каталоге.
- Записать измененные секторы на диск с помощью Int 26h.

И это только основные моменты. На самом деле все гораздо сложнее, особенно если учесть количество секторов, которые нужно изменить. Кроме того, все секторы при использовании Int 25h и Int 26h нумеруются, начиная с нуля, и доступ к ним происходит именно по этим номерам. Поэтому необходимо определить, где находятся секторы, которые нужно модифицировать. Учитывая все приведенные обстоятельства, большинство программистов предпочитают использовать Int 21h, чтобы каждый раз не писать заново дисковый интерфейс.

Прерываниями Int 25h и Int 26h обычно пользуются только программы редактирования диска на уровне секторов. Такие программы могут работать только с теми секторами, которые входят в область какого-либо логического диска DOS.

Прерывание Int 13h. Следующий (еще более низкий) уровень дискового интерфейса — прерывание Int 13h, обработчик которого обычно содержится с ROM BIOS, хотя он может быть заменен обработчиком из какого-либо драйвера. Поскольку операционная система загружается с диска, ей требуется находящийся в ROM BIOS обработчик Int 13h, так как никакие программные драйверы к этому моменту еще не загружены. Прерывание Int 13h работает непосредственно с контроллером диска, и поэтому его обработчик зависит от типа используемого контроллера.

В табл. 18.1 перечислены функции прерывания Int 13h. Некоторые из них используются только для дисководов или только для жестких дисков.

Таблица 18.1. Функции Int 13h

Функция	FDD	HDD	Описание
00h	X	X	Перезагрузка дисковой системы
01h	X	X	Вывод состояния последней операции
02h	X	X	Чтение секторов
03h	X	X	Запись секторов

Окончание табл. 18.1

Функция	FDD	HDD	Описание
04h	X	X	Проверка секторов
05h	X	X	Форматирование дорожки
06h		X	Форматирование дефектной дорожки
07h		X	Форматирование диска
08h	X	X	Чтение параметров диска
09h		X	Инициализация характеристик диска
0Ah		X	„Длинное" чтение
0Bh		X	„Длинная" запись
0Ch		X	Поиск
0Dh		X	Альтернативная перезагрузка устройства (для жестких дисков)
0Eh		X	Чтение буфера секторов
0Fh		X	Запись буфера секторов
10h		X	Проверка готовности диска
11h		X	Рекалибрация жесткого диска
12h		X	Диагностика контроллера памяти
13h		X	Диагностика устройства
14h		X	Внутренняя диагностика контроллера
15h	X	X	Чтение типа диска
16h	X		Чтение статуса замены дискеты в дисководе
17h	X		Установка типа дискеты перед форматированием
18h	X		Установка параметров дискеты перед форматированием
19h		X	Парковка головок жесткого диска
1Ah		X	Форматирование низкого уровня (для ESDI-контроллеров)
1Bh		X	Чтение информации о производителе (для ESDI-контроллеров)
1Ch		X	Чтение конфигурации (для ESDI-контроллеров)

В табл. 18.2 представлены коды ошибок, возвращаемые функциями Int 13h. Вы можете встретиться с этими кодами при работе с программами форматирования диска на низком уровне, редакторами диска или любыми другими программами, работающими с дисками через Int 13h.

Таблица 18.2. Коды ошибок, возвращаемые функциями Int 13h

Код ошибки	Описание
00h	`No error` (Нет ошибки)
01h	`Bad command` (Неправильная команда)

Окончание табл. 18.2

Код ошибки	Описание
02h	`Address mark not found` (Метка адреса не найдена)
03h	`Write protect` (Защита от записи)
04h	`Request sector not found` (Требуемый сектор не найден)
05h	`Reset failed` (Ошибка сброса)
06h	`Media change error` (Ошибка смены параметров)
07h	`Initialization failed` (Ошибка инициализации)
09h	`Cross 64K DMA boundary` (Превышен предел 64 Кбайт ПДП)
0Ah	`Bad sector flag detected` (Обнаружен флаг дефектного сектора)
0Bh	`Bad track flag detected` (Обнаружен флаг дефектной дорожки)
10h	`Bad ECC on disk read` (При чтении не совпадает код ECC)
11h	`ECC corrected data error` (Данные скорректированы в соответствии с ECC)
20h	`Controller has failed` (Сбой контроллера)
40h	`Seek operation failed` (Ошибка поиска)
80h	`Drive failed to respond` (Диск не отвечает)
AAh	`Drive not ready` (Диск не готов)
BBh	`Undefined error` (Неизвестная ошибка)
CCh	`Write fault` (Ошибка записи)
0Eh	`Register error` (Ошибка регистра)
FFh	`Sense operation failed` (Сбой операции опроса)

Кроме программ форматирования диска, через Int 13h работают такие программы, как утилита DOS `fdisk`. Программа Norton Diskedit обращается к диску через Int 13h в режиме работы с физическими секторами. Через это прерывание работают также некоторые программы восстановления удаленных файлов. Иногда такие программы очень нужны, так как они позволяют работать даже в тех случаях, когда испорчена таблица разделов жесткого диска. Таблица разделов, как и любой не DOS-раздел, находится вне области, определенной для DOS, и только работающие через Int 13h программы способны обращаться к ней. Большинство программ восстановления удаленных файлов работает через Int 25h и Int 26h, что не позволяет использовать их вне раздела DOS.

Команды дискового контроллера. Это самый низкий уровень дискового интерфейса. Программы, работающие на этом уровне, напрямую общаются с контроллером дисковода, используя его собственный язык. Такое общение осуществляется через порты ввода-вывода: программа посылает воспринимаемые контроллером команды в порт и получает через него информацию от контроллера. Установленные в системе ROM BIOS должны быть предназначены специально для работы с конкретным контроллером, так как ROM BIOS напрямую общается с ним. Большинство производителей программ форматирования низкого уровня используют непосредственный доступ к контроллеру, так как функции Int 13h позволяют форматировать не все типы устройств.

На рис. 18.2 показано, что большинство приложений работает с дисками через Int 21h, которое, в свою очередь, работает через Int 13h. Проследив дальнейшую цепочку обращений, можно отметить, что Int 13h уже напрямую обращается к контроллеру диска. Контроллер выполняет команду и передает результат (опять же, через всю цепочку обработчиков) программе пользователя. Таким образом, приложения пользователя работают с диском и другими устройствами, не заботясь о деталях обмена информацией.

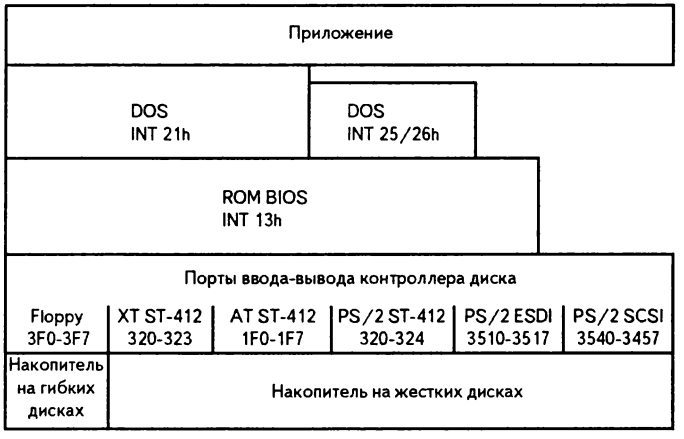


Рис. 18.2. Взаимоотношения уровней дискового интерфейса

Любое приложение может пропустить один из уровней дискового интерфейса и работать на более низком уровне. Для этого ему придется выполнить больший объем работ. Самым низким уровнем дискового интерфейса является работа с контроллером диска через порты ввода-вывода. Как показано на рис. 18.2, каждый тип контроллера имеет собственный порт ввода-вывода и набор команд; только контроллер может работать непосредственно с самим диском.

Если бы не ROM BIOS, DOS должна была бы самостоятельно работать с любым установленным в системе жестким диском и дисководом. Вместо этого DOS общается не с контроллерами дисков, а с ROM BIOS (обращение к диску происходит через Int 13h), и обязанность работать с контроллерами возлагается на ROM BIOS. Используя стандартный интерфейс с

ROM BIOS, DOS может действовать относительно независимо от конкретного аппаратного обеспечения и поддерживать различные типы дисков.

Windows 3.1

Windows 3.1, Windows 3.11 и Windows for Workgroups нельзя назвать полноценными операционными системами. Они являются графическими надстройками над операционной системой DOS. Однако эти системы полностью используют преимущества микропроцессоров, которые впервые появились в Intel 80386.

Windows позволяет использовать вызов общих функций для доступа к устройству практически любого типа. А при установке DOS-приложений необходимо применять специальные драйверы для использования возможностей новых устройств, поскольку сама DOS не может напрямую иметь доступ к этим устройствам. А в Windows при инсталляции нового устройства необходимо установить соответствующий драйвер, обеспечивающий поддержку всех возможностей новой аппаратуры. После этого все Windows-приложения получат доступ ко всем функциям устройства, и реализовывать его поддержку в приложении нет необходимости.

16-разрядные версии Windows

Существенного различия между всеми 16-разрядными версиями Windows (Windows 3.1, Windows 3.11 и Windows for Workgroups) нет, поэтому в данном разделе будем рассматривать их все как Windows 3.1, а об отличиях поговорим отдельно.

Windows 3.1 впервые была анонсирована в 1992 году и сразу же стала стандартной графической 16-разрядной системой, работающей на базе процессоров Intel. Windows 3.11 была выпущена в 1994 году и содержала следующие обновленные файлы:

- `Commdlg.drv`;
- `Gdi.exe`;
- `Krnl386.exe`;
- `Pscript.drv`;
- `Shell.dll`;
- `Unidrv.dll`;
- `User.exe`.

Несмотря на эти усовершенствования, производительность системы оставляла желать лучшего. Но главный недостаток Windows 3.1 и Windows 3.11 — отсутствие поддержки сети. В это время основной сетевой операционной системой была NetWare. Первую сетевую операционную систему — Windows NT — фирма Microsoft выпустила в 1993 году.

Windows for Workgroups практически не отличается от Windows 3.1, но она "умеет" работать в сети. В этой системе впервые были реализованы клиенты для подключения к сетям Microsoft и Novell. Но через некоторое в результате роста популярности протокола TCP/IP фирма Microsoft включила его поддержку в Windows for Workgroups.

Загрузка Windows 3.1

Как уже указывалось ранее Windows 3.1 не может считаться полноценной операционной системой: вначале запускается операционная система DOS, а затем загружается графическая оболочка Windows. (Процесс загрузки не отличается от описанного выше.) После загрузки компьютера в командной строке DOS необходимо ввести **Win**. Будет запущен файл `Win.com`, который и загрузит графическую оболочку Windows 3.1.

Для запуска Windows необходим доступ к расширенной памяти, которая становится доступной после загрузки диспетчера памяти `Himem.sys` в файл `Config.sys`. Для использования расширенной памяти `Win.com` переводит процессор в *защищенный режим*, чего не может сделать DOS. В защищенном режиме приложениям доступна расширенная память.

При запуске Windows на компьютере с процессором 80286 переключение в защищенный режим не происходит, и система работает в *стандартном режиме*.

При загрузке Windows на компьютер с процессором 386 *в расширенном режиме* `Win.com` вызывает файл `Win386.exe`, который загружает драйверы, определенные в разделе `[386Enh]` файла `System.ini`. В этом режиме Windows может использовать *виртуальную память* — пространство жесткого диска, которое используется для эмуляции большего объема оперативной памяти, доступной приложениям. Благодаря применению виртуальной памяти Windows может работать в *многозадачном режиме*, т.е. в режиме, в котором можно запускать и работать с несколькими программами.

Следует отметить, что доступ к диску осуществляется намного медленнее, чем к оперативной памяти. Но именно использование виртуальной памяти позволяет увеличить объем доступной для приложений памяти.

Файлы ядра Windows

После загрузки в соответствующем режиме для обеспечения функционирования графической оболочки загружаются следующие компоненты ядра Windows:

- `Krnl286.exe` или `Krnl386.exe` — управляет системными ресурсами, такими как память и процессор, а также загрузкой приложений и системными событиями;
- `User.exe` — управляет окнами, пиктограммами и другими элементами пользовательского интерфейса;
- `Gdi.exe` — графический интерфейс пользователя.

После загрузки файлов ядра системы Windows загружает драйверы устройств, установленных в системе. Эти драйверы обеспечивают интерфейс к аппаратному обеспечению для приложений Windows. В отличие от DOS, некоторые приложения Windows могут получать доступ к устройствам напрямую.

32-разрядный доступ к диску

Доступ к аппаратному обеспечению в Windows осуществляется с помощью драйверов (в дополнение к функциям DOS и BIOS). Например, для доступа приложения к видеоадаптеру выполняется вызов функции драйвера Windows. Однако доступ к диску осуществляется "по старинке" — с помощью стандартного прерывания DOS Int 21h. При переходе в защищенный режим используется иная схема доступа к жесткому диску. Для этого применяется 32-разрядный драйвер жесткого диска, который использует накопитель напрямую, в результате чего увеличивается скорость доступа к диску.

Вследствие прямого использования контроллера жесткого диска не все накопители могут корректно работать с драйвером Windows. Тридцатидвухразрядный доступ к диску нельзя использовать со SCSI-устройствами.

Windows 9*x*

Windows 9*x* — еще один шаг на пути развития операционных систем. Windows 9*x* — полностью 32-разрядная операционная система, в ней исправлены многие недостатки, присущие Windows 3.1, однако на системном уровне какие-либо радикальные изменения, которые ожидались перед ее появлением, не были внесены. Фактически, Windows 9*x* представляет собой

комбинацию новой версии MS DOS (DOS 7.*x*) и нового пользовательского интерфейса, называемого *explorer* (*проводник*).

При включении компьютера с установленной Windows 9*x* автоматически загружается графический пользовательский интерфейс, но стоит только изменить соответствующим образом файл `Msdos.sys`, и загрузка закончится появлением командной строки DOS, после чего для загрузки интерфейса Windows вам придется ввести команду **Win**. Знакомо до боли, не правда ли?

DOS и Windows 9*x*

Система Windows 9*x* во многом основана на тех же самых концепциях, что и DOS, но в ней эти концепции получили дальнейшее логическое развитие. Тех же два системных файла — `Io.sys` и `Msdos.sys`, однако теперь весь системный код находится в первом из них, а второй содержит ASCII-текст с установками, управляющими поведением системы при загрузке.

Эквиваленты программ `Himem.sys`, `Ifshlp.sys` и `Setver.exe` автоматически загружаются программой `Io.sys` при старте системы. Как и прежде, для загрузки в память драйверов и резидентных программ можно использовать файлы `Config.sys` и `Autoexec.bat`, но за загрузку тех 32-разрядных драйверов устройств, которые разработаны специально для Windows 9*x*, теперь отвечают записи в *системном реестре* (*registry*). Когда вся предварительная работа выполнена, запускается файл `Win.com`, и Windows 9*x* — перед вами.

Системный реестр — это база данных, в которой Windows 9*x* хранит информацию обо всех настройках, конфигурационных установках и параметрах, которые требуются для работы ее собственных модулей и отдельных приложений. Системный реестр как бы выполняет функции `Config.sys`, `Autoexec.bat` и `ini`-файлов Windows 3.1 вместе взятых.

> **Замечание**
>
> Устанавливая Windows 9*x* поверх Windows 3.1 нужно иметь в виду, что во время инсталляции информация о программных настройках переносится из конфигурационных файлов `System.ini` и `Win.ini` в системный реестр. После этого изменение `ini`-файлов практически не оказывает на систему никакого влияния, поскольку все рабочие настройки содержатся в реестре.

На диске компьютера реестр хранится в виде двух отдельных файлов: `System.dat` и `User.dat`. В первом из них содержатся всевозможные аппаратные установки, а во втором — данные о работающих в системе пользователях и их конфигурациях. Каждый пользователь может иметь свой файл `User.dat`, т.е. иметь свою собственную рабочую среду и настраивать ее по своему вкусу и потребностям. Системный реестр можно импортировать, экспортировать, а также создавать его резервные копии и, используя их, восстанавливать сохраненные данные, одним словом, у вас в руках — довольно мощный механизм управления системными параметрами и их защиты от потерь и повреждений.

Теперь — о способе хранения данных на диске. Windows 9*x* использует ту же файловую систему, что и DOS, и те же дисковые структуры: главную загрузочную запись (MBR), загрузочную запись DOS (DBR), таблицы размещения файлов (FAT) и каталоги. Теперь имена файлов могут содержать до 255 символов; при этом сохраняется односторонняя совместимость с файловыми системами, созданными под DOS.

Такая совместимость достигается благодаря тому, что Windows 9*x* хранит для каждого файла и каталога по два имени: полное (до 255 символов) и короткое (соответствующее старому формату восемь-точка-три). Таким образом, файл, созданный системой Windows 9*x*, может быть открыт для любых приложений DOS или Windows 3.1, однако в этом случае при сохранении его полное имя *теряется*. (А если вы "восстановите" диск с файлами Windows 9*x*, например, с помощью Norton Disk Doctor, все длинные имена файлов и каталогов будут уничтожены, и операционная система будет разрушена.)

Версии Windows 9*x*

Уже после выхода в свет Windows 95 фирмой Microsoft было выпущено большое количество обновлений этой системы. Обновить обычную Windows 95 до версии Windows 95 SR1 можно было с помощью пакета обновления, доступного на Web-узле фирмы Microsoft.

Более совершенная версия Windows 95 — OEM Service release 2 (OSR2) — поставляется только с новыми компьютерами. В этой версии содержится большее количество новых устройств, а также все необходимые обновления системных файлов, которые ранее можно было выполнить с помощью отдельных программ-обновлений, доступных на Web-узле фирмы Microsoft. В этой системе впервые была использована файловая система FAT 32 и, следовательно, большие по объему жесткие диски.

Версия Windows 98 поставляется с программой преобразования диска из FAT 16 в FAT 32, содержит еще большее количество драйверов новых устройств, однако от версии Windows 95 OSR2 отличается незначительно (во всяком случае — внешне).

Архитектура Windows 9*x*

Архитектура операционных систем Windows 9*x* подобна Windows 3.1, правда, основные модули имеют 32-разрядный код. Элементы ядра системы те же самые (Kernel, User, GDI), однако в Windows 9*x* они существуют в виде 16-разрядных и 32-разрядных модулей. Тридцатидвухразрядные модули обеспечивают лучшую производительность 32-разрядных приложений, а 16-разрядные модули обеспечивают обратную совместимость с предыдущими версиями системы.

Диспетчер виртуальных машин. Операционная система Windows 9*x* запускает приложения в изолированном окружении, называемом *виртуальной машиной* (*virtual machine*). Диспетчер виртуальных машин (заменивший модуль `Win386.exe` Windows 3.1) обеспечивает каждую виртуальную машину всеми ресурсами, необходимыми для запуска приложения. Изоляция каждого приложения в его окружении приводит к тому, что неверная работа или зависание этого приложения не сказывается на состоянии операционной системы и других запущенных приложений.

Plug and Play. Вероятно, самым удачным нововведением операционных систем Windows 9*x* стала поддержка оборудования стандарта Plug and Play. В соответствии с этим стандартом система может автоматически определить установленное оборудование, загрузить необходимые драйверы, а затем правильно сконфигурировать устройство. В настоящее время большинство производителей аппаратного обеспечения выпускают устройства, удовлетворяющие стандарту Plug and Play.

FAT 32

Основным преимуществом FAT 32 является поддержка жестких дисков бо́льших размеров, чем раньше.

Еще некоторое время назад разработчикам FAT даже в голову не могло прийти, что вскоре обычные персональные компьютеры будут выпускаться с жесткими дисками емкостью более 2 Гбайт. Для FAT этот размер диска являлся максимальным. Однако у FAT есть еще одна проблема: размер кластера является фиксированным и достаточно большим; на дисках бо́льших размеров и с большим количеством файлов это приводит к тому, что чрезвычайно расточительно используется дисковое пространство (за счет неиспользуемых байтов последнего кластера каждого файла).

Система FAT 32 решает обе эти проблемы: она поддерживает диски объемом до 2 Тбайт (или 2 048 Гбайт), а размер ее кластеров значительно меньший, чем у FAT. Кластеры на диске объемом 2 Гбайт с файловой системой FAT имеют размер 32 Кбайт, а FAT 32 на том же диске оперирует 4-килобайтными кластерами. В результате новая файловая система использует дисковое пространство гораздо более эффективно.

Замечание

Если вам кажется, что 2 Тбайт данных — это невероятно много, вспомните, что за последних 15 лет емкость дисков выросла от 10 Мбайт до 2 Гбайт. Это означает увеличение на 20 тысяч процентов. При таких темпах в 2010 году в вашем компьютере будет установлен уже жесткий диск объемом 400 Тбайт с системой FAT 256.

В новой файловой системе FAT 32 успешно устранены и некоторые другие ограничения, имеющиеся в FAT. В FAT 32 по-прежнему содержится две таблицы размещения файлов, но теперь она использует их обеих, переключаясь на вторую, если первая оказывается поврежденной. Сняты ограничения и с корневого каталога. Теперь он, как и все остальные каталоги, состоит из цепочки кластеров и может быть расположен в любом месте диска.

Программа `Fdisk` для создания на диске разделов FAT 32 включена в Windows 95 OSR2 и Windows 98. Когда вы пытаетесь создать на диске раздел емкостью, большей чем 512 Мбайт, программа спросит, включить ли поддержку дисков большого размера. И если вы ответите да, то для всех разделов емкостью, большей чем 512 Мбайт, будет использоваться файловая система FAT 32.

FAT 32 разработана таким образом, что в ней сочетаются новые возможности и совместимость с предыдущими версиями. По-прежнему поддерживаются программы реального режима DOS; можно загружаться с любого диска DOS и иметь при этом доступ к дискам FAT 32. Однако те приложения, которые должны работать с дисками FAT, минуя операционную систему, т.е. напрямую обращаясь к аппаратуре (например, такие как утилиты восстановления дисков), не только не будут правильно работать с FAT 32, но и могут повредить информацию на диске.

Windows NT

В отличие от таких систем, как DOS, Windows 3.1 и Windows 9*x*, 32-разрядная Windows NT разрабатывалась как совершенно новая операционная система. Необходимость обеспечивать постоянную совместимость с предыдущими версиями невероятно тормозит развитие новых компьютерных технологий. Попробуйте-ка продать продукт, при покупке которого пользователь потеряет все свои предыдущие наработки!

Именно по этой причине Windows 9*x* гораздо ближе к DOS, чем к Windows NT. Корпорации ни за что не станут переходить на новую операционную систему, если при этом им придется потерять миллионы долларов, вложенных в 16-разрядное программное обеспечение и обучение персонала. А Windows NT является именно таким продуктом, поэтому появившись на рынке еще в 1993 году она продвигается хоть и неуклонно, но медленно. Интерфейс Windows 9*x*, включенный в новую версию NT 4.0, и мощная маркетинговая программа по продвижению 32-разрядных приложений способствуют росту популярности этой операционной системы. Если раньше продвижение Windows NT тормозилось из-за отсутствия достаточного количества 32-разрядных приложений, то теперь с появлением Windows 9*x* ситуация должна исправиться.

Windows NT — это нечто совсем иное, чем DOS. Хотя в ней и можно открыть окно сессии DOS, она вовсе не является оболочкой в традиционном понимании этого слова. Здесь речь может идти, скорее, об эмуляции DOS (для того чтобы все желающие могли поработать с привычным интерфейсом командной строки). В DOS-сессии Windows NT многие DOS-программы работать не будут. И символьного режима экрана, который в Windows 9*x* предшествует загрузке графической оболочки, вы здесь не увидите.

Для хранения параметров и загрузки драйверов Windows NT, как и Windows 9*x*, использует системный реестр. `Config.sys`, `Autoexec.bat` и `ini`-файлов здесь нет вообще. Более

того, модернизировать Windows 9*x* до Windows NT невозможно. При установке Windows NT все приложения придется устанавливать и настраивать заново.

Windows NT может использовать файловую систему FAT, и поэтому вы можете загружать компьютер с DOS-диска и иметь полный доступ ко всем файлам. Однако некоторые из самых прогрессивных возможностей Windows NT обеспечиваются ее собственной файловой системой, которая называется NTFS (NT File System). NTFS позволяет создавать на диске разделы объемом до 2 Тбайт (как и FAT 32), но, кроме этого, в нее встроены функции сжатия файлов, безопасности и аудита, необходимые при работе в сетевой среде.

Установка операционной системы Windows NT начинается на диске FAT, но по желанию пользователя в конце установки данные на диске могут быть конвертированы в формат NTFS. Можно сделать это и позже, воспользовавшись утилитой `Convert.exe`, поставляемой вместе с операционной системой. Преобразованный к системе NTFS раздел диска остается доступным и для других операционных систем. Чтобы вернуться в DOS, Windows 3.1 или Windows 9*x*, нужно удалить раздел NTFS, а вместо него создать раздел FAT.

Версии Windows NT

Первая версия операционной системы Windows NT имела номер 3.1 и была анонсирована в 1993 году. Графический интерфейс Windows NT был подобен Windows 3.1. Следующая версия системы (3.5 и 3.51) выла выпущена в виде сервера (Server) и рабочей станции (Workstation). В этой версии операционной системы Windows NT впервые была реализована возможность объединения компьютеров в группы, называемые *доменами* (*domain*), а также добавлены поддержка протокола TCP/IP и новых сервисов DHCP и WINS.

В операционной системе версии 4.0 был изменен графический интерфейс пользователя — он приобрел вид, как у Windows 9*x*.

Загрузка Windows NT

Загрузка операционной системы Windows NT аналогична загрузке других систем до момента выполнения файлов `Io.sys` и `Msdos.sys`. Вместо этих файлов в Windows NT запускается загрузчик системы `NTLDR`, который начинает процесс обнаружения оборудования и позволяет выбрать систему для загрузки. Загружаемые системы определяются в файле `Boot.ini`.

После выбора из списка загружаемых систем Windows NT загружается файл `Ntdetect.com` и определяется оборудование компьютера. Затем в память компьютера загружается ядро Windows NT (`Ntoskrnl.exe`) и уровень аппаратных абстракций (`Hal.dll`). (Ядро системы несет ответственность за инициализацию большей части операционной системы, включая драйверы устройств, подсистему Windows NT, службы, систему управления памятью.) На этом автоматическая загрузка системы прекращается, до тех пор пока вы не нажмете комбинацию клавиш <Ctrl+Alt+Del> и не зарегистрируетесь в системе.

Компоненты Windows NT

Ядро (*kernel*) системы Windows NT отвечает за управление задачами и потоками. Поскольку Windows NT многозадачная операционная система, ядро управляет потоками различных процессов, запущенных в системе, а также доступом этих процессов к центральному процессору.

Windows NT была разработана как модульная операционная система и может быть перенесена на другие платформы, т.е. использовать другие процессоры. Это обеспечивается *уровнем аппаратных абстракций* (*hardware abstract layer* — HAL), который создает виртуальный интерфейс к оборудованию системы. Ядро операционной системы и драйверы устройств используют указанный интерфейс для связи с аппаратным обеспечением. Поскольку данный интерфейс является независимым от оборудования, то вы можете без осложнений перенести ядро, драйверы и иные компоненты системы на другую платформу, такую, например, как Digital Alpha.

Windows NT содержит два операционных режима: режим *ядра* (*kernel*) и *пользовательский* (*user*) режим. Режим ядра обеспечивает доступ к системным ресурсам и инструкциям процессора. Ядро операционной системы и уровень аппаратных абстракций запускаются в режиме ядра, так называемой *исполняющей системе* Windows NT. Исполняющая система Windows NT состоит из следующих компонентов.

- *Диспетчер объектов* (*Object Manager*). Все ресурсы операционной системы Windows NT, включая файлы и каталоги, потоки и процессы, страницы памяти и др., представляют собой нечто абстрактное, называемое *объектами*. Диспетчер объектов обеспечивает иерархию системных объектов, отслеживает их создание и использование.
- *Диспетчер ввода-вывода* (*I/O Manager*). Этот компонент обеспечивает функцию связи различных драйверов устройств с аппаратным обеспечением.
- *Монитор ссылок безопасности* (*Security Reference Monitor*). Этот компонент вместе с подсистемой безопасности в пользовательском режиме обеспечивает контроль за доступом к объектам Windows NT. Доступ к объектам осуществляется на основе прав доступа к данному объекту.
- *Диспетчер процессов* (*Process Manager*). Данный компонент отвечает за управление процессами в системе.
- *Диспетчер виртуальной памяти* (*Virtual Memory Manager*). Управляет распределением доступной приложениям памяти, а также виртуальной памятью на жестком диске.
- *Локальный вызов процедур* (*Local Procedure Call*). Устанавливает связь между процессами клиента и сервера в одной системе, а компонент *удаленный вызов процедур* (*remote procedure call*) обеспечивает связи типа клиент/сервер между несколькими системами.

Глава 19

Файловые системы и восстановление данных

19

Жесткий диск является основным устройством хранения данных. Он может иметь различную структуру хранения файлов и каталогов, которая обеспечивает непосредственное расположение данных на диске. Файловая система чаще всего интегрирована в операционную систему, а некоторые операционные системы поддерживают несколько файловых систем.

Большинство существующих на сегодняшний день файловых систем построены на основе *таблицы размещения файлов* (*file allocation table* — FAT), которая содержит дорожки данных в каждом кластере на диске. Эта файловая система впервые появилась в DOS и продолжает использоваться в других операционных системах по сей день. В этой главе речь пойдет о файловой системе FAT, а также будут рассмотрены возможности новой системы FAT 32 и файловой системы NTFS, используемой в Windows NT.

Структура диска FAT

Чтобы обеспечить пользовательским приложениям доступ к файлам независимо от типа используемого диска, DOS использует несколько структур. Эти структуры поддерживаются операционными системами Windows 9*x* и Windows NT и представлены ниже в порядке их расположения на диске:

- загрузочные секторы главного и дополнительного разделов;
- загрузочный сектор логического диска;
- таблицы размещения файлов (FAT);
- корневой каталог;
- область данных;
- цилиндр для выполнения диагностических операций чтения/записи.

В отличие от жесткого диска, на дискетах нет загрузочных секторов главного и дополнительного разделов и диагностического цилиндра. Эти структуры создаются программой `Fdisk`, которая не применяется для дискет, так как они не могут быть разбиты на разделы. На рис. 19.1 представлено взаимоотношение этих структур на диске Western Digital Caviar AC12100 размером 2 111 Мбайт.

Замечание

Некоторые съемные носители, например Iomega Zip, функционируют подобно "высокоемким дискетам", т.е. на них нет загрузочных секторов главного и дополнительного разделов, а также диагностического цилиндра. Однако такие устройства, как Iomega Jaz, похожи по структуре на жесткие диски.

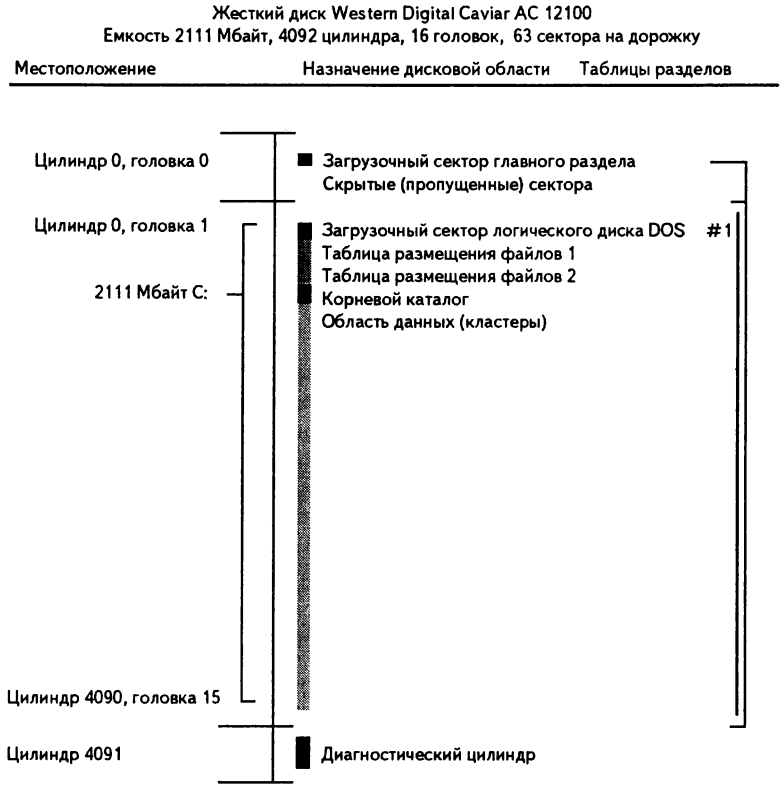


Рис. 19.1. Дисковые структуры DOS на диске Western Digital Caviar AC12100

Каждая дисковая область применяется для конкретной цели. Повреждение одной из перечисленных областей обычно приводит к ограничению доступа к другим областям, вызывая сбои в работе. Например, DOS не может записывать на диск файлы, если повреждена FAT. Таким образом, понимание логики работы каждой структуры и их взаимодействия оказывает значительную помощь в ликвидации неполадок.

Загрузочный сектор главного раздела

Чтобы установить на один жесткий диск несколько операционных систем, его надо разбить на разделы. Например, вы можете с помощью программы `Fdisk` создать на диске один или несколько разделов для установки на них операционных систем DOS или Windows 9*x*, а остальную часть диска предоставить для другой операционной системой. Каждый раздел в операционной системе будет иметь вид отдельного диска. Информация о каждом разделе сохраняется в загрузочном секторе раздела (или логического диска) в начале каждого раздела. Существует также основная таблица списка разделов, помещенная в загрузочный сектор главного раздела.

Загрузочный сектор главного раздела (или *главная загрузочная запись* (*master boot record — MBR*)) является первым сектором на жестком диске (цилиндр 0, головка 0, сектор 1) и состоит из следующих элементов.

- *Таблица главного раздела.* Содержит список разделов на диске и расположение загрузочных секторов соответствующих логических дисков. Эта таблица очень маленькая и может содержать максимум четыре записи. Таким образом, для создания большего ко-

личества разделов, в операционной системе (например DOS) можно создать один дополнительный раздел и поместить в него несколько логических дисков.

- *Главный загрузочный код.* Небольшая программа, которая выполняется системной BIOS. Основная функция этого кода — передать управление в раздел, который обозначен как активный (или загрузочный).

Количество разделов на всех жестких дисках в системе может достигать 24. Это означает, что в компьютере может быть установлено либо 24 отдельных накопителя, в каждом из которых имеется по одному разделу, либо один жесткий диск с 24 разделами, либо несколько накопителей с разным количеством разделов, но при условии, что общее количество разделов не больше 24. Если общее количество разделов превысит эту цифру, DOS просто проигнорирует их, хотя другие операционные системы могут работать и с большим количеством томов. Такое ограничение DOS связано с тем, что в латинском алфавите от C до Z всего 24 буквы.

В начале каждого раздела DOS содержится загрузочный сектор логического диска DOS. При разбиении диска на разделы с помощью утилиты `Fdisk` вы должны назначить активный (или загрузочный) раздел. Программа, содержащаяся в самом первом секторе на жестком диске, определяет, какой раздел является активным, и передает управление его загрузочному сектору. Вы также можете создать дополнительный раздел диска для Novell NetWare, NTFS (Windows NT), HPFS (OS/2), AIX (UNIX), XENIX или другой файловой системы, используя системный диск с соответствующей программой разделения диска.

Разделы, используемые этими операционными системами, недоступны при работе в DOS. Все дело в различиях между файловыми структурами. DOS использует структуру FAT, которая также поддерживается OS/2 и некоторыми другими операционными системами. В то же время в OS/2 обычно вместо FAT применяет систему HPFS (High Performance File System — высокопроизводительная файловая система), Windows NT пользуется собственной файловой системой NTFS (Windows NT File System — файловая система Windows NT) и т.д.

Перед установкой операционных систем жесткий диск необходимо разбить на разделы. Это обязательно нужно сделать, даже если вы хотите создать один раздел на всем жестком диске. В табл. 19.1 приведен формат таблицы разделов, которая хранится в секторе MBR.

Таблица 19.1. Главная загрузочная запись (таблица разделов)

Смещение	Длина*	Описание
Первая запись в таблице разделов		
1BEh 446	1 байт	Индикатор загрузки (80h — активный, иначе 00h)
1BFh 447	1 байт	Первая головка (или сторона) раздела
1C0h 448	16 бит	Первый цилиндр (10 бит) и сектор (6 бит)
1C2h 450	1 байт	Байт идентификации системы (см. табл. 19.2)
1C3h 451	1 байт	Последняя головка (сторона) раздела
1C4h 452	16 бит	Последний цилиндр (10 бит) и сектор (6 бит)
1C6h 454	1 двойное слово	Относительное смещение первого сектора на диске
1CAh 458	1 двойное слово	Количество секторов в разделе

Окончание табл. 19.1

Вторая запись в таблице разделов		
1CEh 462	1 байт	Индикатор загрузки (80h — активный, иначе 00h)
1CFh 463	1 байт	Первая головка (или сторона) раздела
1D0h 464	16 бит	Первый цилиндр (10 бит) и сектор (6 бит)
1D2h 466	1 байт	Байт идентификации системы (см. табл. 19.2)
1D3h 467	1 байт	Последняя головка (сторона) раздела
1D4h 468	16 бит	Последний цилиндр (10 бит) и сектор (6 бит)
1D6h 470	1 двойное слово	Относительное смещение первого сектора на диске
1DAh 474	1 двойное слово	Количество секторов в разделе
Третья запись в таблице разделов		
1DEh 478	1 байт	Индикатор загрузки (80h — активный, иначе 00h)
1DFh 479	1 байт	Первая головка (или сторона) раздела
1E0h 480	16 бит	Первый цилиндр (10 бит) и сектор (6 бит)
1E2h 482	1 байт	Байт идентификации системы (см. табл. 19.2)
1E3h 483	1 байт	Последняя головка (сторона) раздела
1E4h 484	16 бит	Последний цилиндр (10 бит) и сектор (6 бит)
1E6h 486	1 двойное слово	Относительное смещение первого сектора на диске
1EAh 490	1 двойное слово	Количество секторов в разделе
Четвертая запись в таблице разделов		
1EEh 494	1 байт	Индикатор загрузки (80h — активный, иначе 00h)
1EFh 495	1 байт	Первая головка (или сторона) раздела
1F0h 496	16 бит	Первый цилиндр (10 бит) и сектор (6 бит)
1F2h 498	1 байт	Байт идентификации системы (табл. 19.2)
1F3h 499	1 байт	Последняя головка (сторона) раздела
1F4h 500	16 бит	Последний цилиндр (10 бит) и сектор (6 бит)
1F6h 502	1 двойное слово	Относительное смещение первого сектора на диске
1FAh 506	1 двойное слово	Количество секторов в разделе
Байты сигнатуры		
1FEh 510	2 байт	Сигнатура загрузочного сектора (55AAh)

* *Слово соответствует двум байтам в обратном порядке, двойное слово — двум словам в обратном порядке.*

В табл. 19.2 приведены стандартные значения байта идентификации системы.

Таблица 19.2. Байт идентификации системы в таблице разделов

Значение	Описание
00h	Нет раздела
01h	Основной раздел DOS, 12-разрядная FAT (меньше 16 Мбайт в разделе)
04h	Основной раздел DOS, 16-разрядная FAT (разделы от 16 до 32 Мбайт)
05h	Дополнительный раздел DOS (указывает на следующий основной раздел)
06h	Основной раздел DOS, 16-разрядная FAT (разделы больше 32 Мбайт)
07h	Раздел OS/2 HPFS
02h	Корневой раздел MS-XENIX
03h	Пользовательский раздел MS-XENIX
08h	Раздел файловой системы AIX
09h	Загрузочный раздел AIX
50h	Раздел Disk Manager только для чтения
51h	Раздел Disk Manager для чтения и записи
56h	Раздел Golden Bow Vfeature
61h	Раздел Storage Dimensions Speedstor
63h	Раздел IBM 386/ix или UNIX System V/386
64h	Раздел Novell NetWare
75h	Раздел IBM PCIX
DBh	Раздел Digital Research Concurrent DOS/CPM-86
F2h	Второй раздел DOS версии 3.2 и более новых (у некоторых производителей)
FFh	Раздел дефектных блоков UNIX

Недокументированные возможности программы Fdisk

`Fdisk` — это программа с очень большими возможностями, которые были еще более расширены в DOS 5 и следующих версиях. К сожалению, эти возможности никогда не документировались в руководстве по DOS и не были описаны даже в DOS 7. Самым важным из недокументированных параметров является `/MBR` (Master Boot Record — главная загрузочная запись). С его помощью программа `Fdisk` перезаписывает данные в главном загрузочном секторе, оставляя неизменными таблицы разбиения.

Параметр `/MBR` словно специально предназначен для уничтожения вирусов, „заражающих" главный загрузочный сектор диска (цилиндр 0, головка 0, сектор 1). Чтобы воспользоваться этой возможностью, введите следующую команду: **fdisk /mbr**.

После этого `Fdisk` перезапишет код загрузочного сектора, оставляя таблицы разбиения неизменными. В нормально работающей системе это не приведет к проблемам, но на всякий случай создайте резервную копию таблиц разбиения на дискете.

Имейте в виду: таблицы разбиения будут перезаписаны в том случае, если 2 байта контрольного кода (сигнатуры) 55AAh в конце сектора окажутся поврежденными. Но эта ситуация маловероятна. На самом деле в случае повреждения байтов сигнатуры вы сразу же об этом узнаете: система перестанет загружаться и будет вести себя так, как будто разбиения диска вообще не существует.

Загрузочный сектор DOS

Загрузочный сектор — это первый сектор на любом логическом диске DOS. Например, на дискете или на диске Zip это — самый первый физический сектор, так как дискету нельзя разбить на разделы и она имеет только один логический диск. На жестком диске загрузочный сектор (секторы) располагается в начале каждого раздела, не являющегося дополнительным, или в начале любой области диска, распознаваемой как логический диск DOS.

Эти секторы немного похожи на загрузочные секторы разделов, так как они содержат таблицы со специальной информацией о логическом диске. Загрузочный сектор дискеты загружается ROM BIOS, а при загрузке системы с жесткого диска MBR передает управление загрузочному сектору активного раздела. В обоих случаях загрузочный сектор логического диска получает управление. Он выполняет некоторые проверки и затем пытается прочитать с диска первый системный файл (в DOS это `Io.sys`). Загрузочный сектор не виден при работе под DOS, так как он находится вне области хранения файлов логического диска.

Замечание

Большинство современных систем поддерживают загрузку с других устройств, а не только с дискеты. Эта возможность обеспечивается системной BIOS. Например, некоторые системы могут загружаться с накопителя CD-ROM или диска Zip, в дополнение к загрузке с жесткого диска и дискеты.

Загрузочный сектор логического диска DOS создается программой DOS `Format`. На жестком диске загрузочные секторы есть в начале каждого логического диска, как в основном, так и в дополнительном разделах. Все загрузочные секторы наряду с данными о логическом диске содержат специальную запись, однако при загрузке выполняется код только того сектора, который находится в активном разделе. Остальные секторы просто читаются DOS для определения параметров логических дисков.

Загрузочный сектор логического диска состоит из программы (выполняемого кода) и области данных. Информация о логическом диске, содержащаяся в этой области данных, обычно называется *блоком параметров диска*. Эта информация необходима DOS для определения размера логического диска и размещения таких рабочих областей DOS, как FAT. Формат блока параметров диска очень специфичен. Ошибки в этом блоке могут привести к проблемам при загрузке DOS или к отсутствию доступа к диску.

В табл. 19.3 приведены форматы загрузочного сектора DOS различных версий.

Таблица 19.3. Форматы загрузочной записи различных версий DOS

Смещение			
HEX	DEC	Длина поля*	Описание
00h	0	3 байт	Команда перехода на код загрузки
03h	3	8 байт	Имя производителя и версия DOS
0Bh	11	1 слово	Размер сектора в байтах (обычно 512)
0Dh	13	1 байт	Размер кластера в секторах (степень числа 2)
0Eh	14	1 слово	Количество зарезервированных секторов (обычно 1)
10h	16	1 байт	Количество копий FAT (обычно 2)
11h	17	1 слово	Максимальное количество записей в корневом каталоге (обычно 512)

Окончание табл. 19.3

Смещение			
13h	19	1 слово	Всего секторов (если раздел не больше 32 Мбайт, в противном случае — 0)
15h	21	1 байт	Байт описания диска (F8h для жесткого диска)
16h	22	1 слово	Размер FAT в секторах
18h	24	1 слово	Количество секторов на дорожке
1Ah	26	1 слово	Количество головок
1Ch	28	1 двойное слово	Количество скрытых секторов (если раздел не больше 32 Мбайт, то только одно слово)
Для DOS версии 4.0 и более поздних, иначе 00h			
20h	32	1 двойное слово	Всего секторов (если раздел больше 32 Мбайт, иначе — 0)
24h	36	1 байт	Физический номер диска (00h — дисковод, 80h — жесткий диск)
25h	37	1 байт	Зарезервировано (00h)
26h	38	1 байт	Сигнатура расширенной загрузочной записи (29h)
27h	39	1 двойное слово	Серийный номер тома (32-разрядное случайное число)
2Bh	43	11 байт	Метка тома ("NO NAME", если нет метки)
36h	54	8 байт	Идентификатор файловой системы („FAT12" или "FAT16")
Для всех версий DOS			
3Eh	62	448 байт	Код программы загрузки
1FEh	510	2 байт	Байты сигнатуры (55AAh)

* *Слово соответствует двум байтам в обратном порядке, двойное слово — двум словам в обратном порядке.*

Корневой каталог

Каталог — это база данных, содержащая информацию о записанных на диске файлах. Каждая запись в этой базе данных имеет длину 32 байт, и между записями не должно быть никаких разделителей. В каталоге сохраняется практически вся информация о файле, которой располагает DOS: имя, атрибуты, время и дата создания, а также размер на диске (информация о расположении файла содержится в FAT).

Существует два основных типа каталогов: *корневой каталог* и *подкаталог*. Различаются они максимальным количеством хранящихся файлов. На каждом логическом диске в фиксированном месте, сразу же за копиями FAT, располагается корневой каталог. Размеры корневых каталогов варьируются в зависимости от размера диска, но каждый конкретный корневой каталог имеет *фиксированное* максимальное число файлов. Длина корневого каталога фиксируется при создании логического диска и не может быть изменена в процессе работы. Обычно размер корневого каталога жесткого диска ограничен 512 записями, т.е. он может хранить информацию не более чем о 512 файлах. В отличие от корневого каталога, подкаталог может хранить произвольное количество файлов и расширяться по мере необходимости.

Замечание

Одно из преимуществ файловой системы FAT 32 заключается в том, что корневой каталог может располагаться в любом месте диска и содержать неограниченное количество записей.

Все каталоги имеют одинаковую структуру. Как уже упоминалось, подкаталог — это маленькая база данных с длиной записи 32 байт. Записи в этой базе данных сохраняют важную информацию о файлах. Эта информация связана с информацией, хранящейся в FAT, посредством одного из полей записи — номера *первого* занимаемого файлом кластера на диске. Если бы все файлы на диске не превышали размеров одного кластера, потребности в FAT вообще бы не возникло. В FAT содержится именно та информация о файле, которой не хватает в каталоге, — номера кластеров, в которых расположен *весь* файл.

Чтобы отследить расположение всего файла на диске, обратитесь к каталогу и выясните номер первого кластера и длину файла. Затем, используя таблицу размещения файлов, просмотрите *цепочку* кластеров, занимаемых файлом, пока не дойдете до конца файла.

Формат 32-байтовой записи в каталоге приведен в табл. 19.4.

Таблица 19.4. Формат каталога DOS

Смещение			
Hex	Dec	Длина поля	Описание
00h	0	8 байт	Имя файла
08h	8	3 байт	Расширение файла
0Bh	11	1 байт	Атрибуты файла
0Ch	12	10 байт	Зарезервировано (00h)
16h	22	1 слово	Время создания
18h	24	1 слово	Дата создания
1Ah	26	1 слово	Начальный кластер
1Ch	28	1 двойное слово	Размер файла в байтах

* *Слово соответствует двум байтам в обратном порядке, двойное слово — двум словам в обратном порядке.*

Замечание

Имена файлов и их расширения записаны с привязкой к левому краю и дополнены до максимальной длины пробелами (20h). Первый байт имени файла также может обозначать его состояние.

Hex	Состояние файла
00h	Запись никогда не использовалась; ниже этой записи поиск не выполняется
E5h	Файл удален
2Eh	точка (.) показывает, что запись является каталогом. Если и второй байт — 2Eh, то поле начального кластера содержит номер кластера родительского каталога (0000h, если родительский каталог корневой)

В табл. 19.5 приводятся используемые в записях каталогов атрибуты файлов.

Таблица 19.5. Атрибуты файлов под DOS

Позиция бита в шестнадцатеричном формате									
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**	**Значение**	**Описание**
0	0	0	0	0	0	0	1	01h	Только для чтения
0	0	0	0	0	0	1	0	02h	Скрытый
0	0	0	0	0	1	0	0	04h	Системный
0	0	0	0	1	0	0	0	08h	Метка тома
0	0	0	1	0	0	0	0	10h	Подкаталог
0	0	1	0	0	0	0	0	20h	Архивный (измененный)
0	1	0	0	0	0	0	0	40h	Зарезервировано
1	0	0	0	0	0	0	0	80h	Зарезервировано
Примеры									
0	0	1	0	0	0	0	1	21h	Только для чтения, архивный
0	0	1	1	0	0	1	0	32h	Скрытый, подкаталог, архивный
0	0	1	0	0	1	1	1	27h	Только для чтения, скрытый, системный, архивный

Таблица размещения файлов

Таблица размещения файлов (*FAT*) — таблица номеров кластеров, в которых расположены файлы на диске. Каждому кластеру в FAT соответствует одно число. Секторы, не содержащие пользовательских данных (файлов), не отражены в FAT. К таким секторам относятся загрузочные секторы, таблицы размещения файлов и секторы корневого каталога.

В файловой системе FAT дисковое пространство разбивается не на сектора, а на группы секторов. Такие группы секторов называются *кластерами* (*ячейками размещения*). Кластер содержит один или несколько секторов и является единицей распределяемого дискового пространства под DOS. Наименьший размер диска, который может занимать файл ненулевого размера, — один кластер. Каждый файл использует целое число кластеров. Например, если файл занимает на один байт больше размера кластера, то для его размещения на диске будет выделено два кластера. Размер кластера определяется DOS при выполнении форматирования высокого уровня программой `Format`.

FAT — это электронная таблица, управляющая распределением дискового пространства. Каждая ячейка этой таблицы связана с определенным кластером на диске. Число, содержащееся в этой ячейке, сообщает о том, использован ли данный кластер под какой-либо файл и, если использован, где находится следующий кластер этого файла.

Каждая ячейка FAT хранит шестнадцатеричное значение длиной 12 или 16 бит. Шестнадцатиразрядные FAT более удобные в работе, так как редактировать поля размером в два байта значительно легче, чем поля размером в полтора байта. Чтобы самостоятельно отредактировать FAT, вы должны выполнить некоторые математические преобразования для получения номера кластера. К счастью, многие программы позволяют отредактировать FAT автоматически. Большинство из этих программ представляет номера кластеров в десятичном виде, наиболее удобном для пользователей.

Тип используемых FAT определяется утилитой DOS `Fdisk`, хотя записываются они в процессе форматирования высокого уровня утилитой DOS `Format`. На всех дискетах применяется 12-разрядная FAT, а на жестком диске может использоваться как 12-, так и 16-разрядная FAT, в зависимости от размера логического диска. На дисках размером меньше 16 Мбайт (32 768 секторов) применяется 12-разрядная FAT, на дисках большего размера — 16-разрядная, а на дисках более 512 Мбайт и при использовании операционной системы Windows 95 OSR2 и Windows 98 — 32-разрядная FAT.

DOS обычно поддерживает на одном диске две копии FAT. Каждая копия занимает несколько последовательных секторов на диске, и вторая копия записывается непосредственно после первой. К сожалению, DOS использует вторую копию FAT только в том случае, когда невозможно прочитать секторы, содержащие первую копию. Таким образом, если первая копия FAT пропадет (очень распространенная ситуация), DOS не будет использовать вторую копию. Даже команда DOS `Chkdsk` не проверяет вторую копию FAT. Кроме того, каждый раз, когда DOS обновляет первую копию FAT, большие участки первой копии автоматически копируются во вторую. Если же первая копия была повреждена, то и вторая копия окажется поврежденной: после обновления FAT вторая копия отражает все изменения в первой копии, включая и ошибки. Обе копии FAT редко отличаются одна от другой, по крайней мере в течение продолжительного срока: при обновлении первая копия FAT автоматически копируется во вторую. Учитывая все это, можно сказать, что применение второй копии FAT ограничивается только операциями по восстановлению дефектных данных. Но даже в такой ситуации использовать вторую копию FAT можно только в том случае, когда проблема решается *немедленно*, не дожидаясь очередного обновления FAT.

Кластер (ячейка размещения)

Термин *кластер* в DOS 4.0 был заменен термином *ячейка размещения* (*allocation unit*). Новый термин — это синоним старого, так как кластер является наименьшей ячейкой на диске, которой может оперировать DOS при чтении или записи файла на диск. Кластер соответствует одному или (чаще всего) нескольким секторам. Это позволяет уменьшить размер FAT и ускорить работу DOS, так как ей приходится оперировать меньшим числом распределяемых ячеек. В то же время с увеличением размера кластера на диске растет и размер неиспользуемого дискового пространства, так как распределение дискового пространства происходит с дискретностью в один кластер.

В табл. 19.6 приведены стандартные размеры кластеров, используемых DOS для различных форматов дискет.

Таблица 19.6. Стандартные размеры кластеров для дискет

Тип диска	Размер кластера (ячейки размещения)	Плотность
5,25-дюймовый на 360 Кбайт	2 сектора (1 024 байт)	Низкая
5,25-дюймовый на 1,2 Мбайт	1 сектор (512 байт)	Высокая
3,5-дюймовый на 720 Кбайт	2 сектора (1 024 байт)	Низкая
3,5-дюймовый на 1,44 Мбайт	1 сектор (512 байт)	Высокая
3,5-дюймовый на 2,88 Мбайт	2 сектора (1 024 байт)	Экстра

Довольно странным является то обстоятельство, что некоторые дискеты высокой плотности имеют меньший размер кластера, чем дискеты низкой плотности. Увеличивается размер FAT, увеличивается количество записей, которые должна обрабатывать DOS, и замедляется работа самой DOS. Меньший размер кластера позволяет уменьшить размер неиспользуемого

дискового пространства. Все пространство между концом файла и концом последнего занимаемого кластера не используется, и в результате чем больше размер кластера, тем больше потери дискового пространства. Кроме того, дисководы высокой плотности работают быстрее, чем их "родственники" низкой плотности. Все это позволило IBM и Microsoft пойти на уменьшение размера кластера в дискетах высокой плотности, хотя при этом увеличивается FAT и уменьшается скорость работы DOS.

Для жестких дисков размер кластера может варьироваться в зависимости от версии DOS и размера диска. В табл. 19.7 приведены размеры кластеров, которые выбирает DOS в зависимости от размера логического диска.

Таблица 19.7. Стандартные размеры кластеров

Размер диска, Мбайт	Размер кластера	Тип FAT
Меньше 16	8 секторов (4 096 байт)	12-разрядная
16–128	4 сектора (2 048 байт)	16-разрядная
128–256	8 секторов (4 096 байт)	16-разрядная
256–512	16 секторов (8 192 байт)	16-разрядная
512–1 024	32 сектора (16 384 байт)	16-разрядная
1 024–2 048 и более	64 сектора (32 768 байт)	16-разрядная

Использование кластеров больших размеров ощутимо сказывается на работе системы. Например, на диске емкостью 2 Гбайт, содержащем 5 000 файлов, со средней потерей дискового пространства в полкластера на один файл суммарные потери дискового пространства составят около 78 Мбайт [5000×(0,5×32)].

Размер кластера и структура FAT определяют максимальный возможный размер раздела. Поскольку FAT использует записи размером 16 байт для ссылки на кластер в разделе, максимально возможное число кластеров может равняться 65 536 (2^{16}). Максимальный размер кластера — 32 Кбайт и, следовательно, максимально возможный размер раздела — 2 047,6875 Мбайт.

Операционные системы Windows 95 OSR2 и Windows 98 поддерживают 32-разрядную FAT с размером кластера до 64 Кбайт. С одной стороны, использование большего количества маленьких кластеров позволяет уменьшить потери дискового пространства, а с другой — большие кластеры необходимы для больших логических дисков. Так, использование 32-разрядных FAT позволяет превысить существующий на данный момент лимит в 2 Гбайт для одного раздела до 2 Тбайт (2 048 Гбайт). Вообще же, предел в 2 Гбайт существует только для DOS; такие операционные системы, как Windows NT и OS/2, давно уже его преодолели.

Область данных

Область данных диска — это область, следующая за загрузочным сектором, таблицами размещения файлов и корневым каталогом на любом логическом диске. Эта область контролируется с помощью FAT и корневого каталога и делится DOS на ячейки размещения, называемые *кластерами*. В этих кластерах и располагаются сохраняемые на диске файлы.

Цилиндр для диагностических операций чтения и записи

Программа разбиения диска на разделы `Fdisk` всегда резервирует последний цилиндр жесткого диска для выполнения диагностических операций. Из-за этого `Fdisk` сообщает о меньшем количестве цилиндров, чем их существует на самом деле. Операционная система не использует этого цилиндра, поскольку он находится вне разделов.

На системах с дисковыми интерфейсами IDE, SCSI или ESDI контроллер должен выделить дополнительную область после разделов для хранения таблицы испорченных дорожек и запасных секторов. В этом случае разница между фактическим числом цилиндров и тем, что показывает `Fdisk`, будет еще больше.

Область диагностики позволяет выполнять тестирование чтения/записи жесткого диска, не повреждая данных на диске. Программы форматирования жестких дисков на низком уровне обычно используют этот цилиндр для тестирования чередования диска либо для хранения необходимой во время форматирования информации. Кроме того, этот цилиндр иногда используется для парковки головок жестких дисков, которые не умеют делать это автоматически.

VFAT и длинные имена файлов

В операционной системе Windows 95 используется та же файловая система, что и в DOS, но с важными усовершенствованиями. В Windows 95 поддерживается файловая система FAT, которая переписана в 32-разрядный код и называется *виртуальная таблица размещения файлов* (*virtual file allocation table* — VFAT). VFAT используется вместе с 32-разрядной программой VCACHE (эта программа заменила 16-разрядную программу SMARTDrive из DOS и Windows 3.1) для обеспечения лучшей производительности файловой системы. Однако основное особенностью новой файловой системы является поддержка длинных имен файлов. Системы DOS и Windows 3.1 ограничивались стандартом восемь-точка-три при именовании файлов, поэтому добавление поддержки длинных имен файлов было приоритетной задачей, которую необходимо было решить разработчикам Windows 95, тем более, что пользователи операционных Macintosh и OS/2 уже вовсю использовали указанные возможности. Таким образом, создатели Windows 95 должны были обеспечить обратную совместимость, т.е. необходимо было реализовать в файловой системе все новые свойства и, кроме того, не "обделить" пользователей предыдущих версий DOS и Windows. Кстати обратная совместимость — одна из самых распространенных проблем в мире персональных компьютеров.

В файловой системе VFAT файлу или каталогу можно присваивать имя длиной до 255 символов (включая путь к этому файлу или каталогу). В Windows 95 от трехсимвольного расширения не отказались, поскольку в этой операционной системе (как и в предыдущих версиях Windows) с помощью расширения создается ассоциация типа файл–приложение. В длинных именах файлов можно использовать пробелы, а также символы + , ; = [ ], которые нельзя было использовать в стандартных (восемь-точка-три) именах файлов DOS.

При создании длинного имени файла создается его псевдоним, удовлетворяющий стандарту восемь-точка-три. Файловая система VFAT в операционной системе Windows 9*x* выполняет это следующим образом.

1. Первых три символа после последней точки в длинном имени файла становятся расширением псевдонима.
2. Первых шесть символов длинного имени файла (за исключением пробелов, которые игнорируются) преобразовываются в символы верхнего регистра и становятся первыми шестью символами стандартного имени файла. Недопустимые в стандартном имени файла символы (+ , ; = [ ]) преобразуются в символы подчеркивания.
3. VFAT добавляет символы ~1 (седьмой и восьмой) к псевдониму имени файла. Если первых шесть символов нескольких файлов одинаковы, то для разрешения конфликтов имен добавляются символы ~2, ~3 и т.д.

Совет

Вы можете отключить в файловой системе VFAT механизм создания стандартного имени файла из длинного имени файла. Для этого в системном реестре добавьте двоичный параметр `NameNumericTail` в ветви `HKEY_LOCAL_MACHINE\System\CurrentControlSet\Control\FileSystem` и установите его значение равным 0. Для возврата к использованию псевдонимов длинных имен файлов установите значение этого параметра равным 1.

VFAT хранит эти псевдонимы длинных имен файлов в поле стандартных имен файлов записи каталога файлов. Таким образом, все версии DOS и Windows могут получить доступ к файлу под длинным именем с помощью его псевдонима. Остается еще одна проблема: где хранить 255 символов имени файла в 32 байтах записи каталога, ведь каждый символ имени файла это один байт? Модифицировать структуру записи каталога нельзя, поскольку тогда предыдущие версии DOS не смогут использовать ее.

Разработчики файловой системы решили эту проблему следующим образом: были добавлены дополнительные записи каталога для хранения длинных имен файлов. Чтобы предыдущие версии DOS не повредили эти дополнительные записи каталога, VFAT устанавливает для них атрибуты, которые нельзя использовать для обычного файла: только для чтения, скрытый, системный и метка тома. Такие атрибуты DOS игнорирует и следовательно длинные имена файлов остаются "нетронутыми".

Существует еще одна проблема, связанная с длинными именами файлов: приложения, не умеющие работать с длинными именами файлов, при открытии файла с длинным именем и его последующем сохранении будут записывать псевдоним файла в дополнительные записи каталога и, следовательно, длинное имя файла будет утрачено.

Старые программы для работы с диском, такие как Norton Disk Doctor, не могут работать с файловой системой VFAT. Эти программы игнорируют дополнительные записи каталога. Поэтому после "восстановления" диска с помощью таких программ вы можете не найти своих длинных имен файлов.

Замечание

При использовании файловой системы VFAT я рекомендую применять дисковые утилиты, которые поддерживают эту файловую систему. Windows 9*x* содержит необходимые программы для проверки, восстановления, дефрагментации диска и резервного копирования. Кстати, при запуске старых дисковых утилит в Windows 9*x* вы будете предупреждены о возможных последствиях.

FAT 32

Когда разрабатывалась файловая система FAT, жесткие диски размером 2 Гбайт можно было встретить разве что в научно-фантастических романах. В настоящее время практически все системы нижнего уровня оснащаются жестким диском не менее 2 Гбайт, а чаще всего 6 или 8 Гбайт. При использовании стандартной файловой системы FAT вы можете создать раздел размером не более 2 Гбайт. Это ограничение приводит к тому, что пользователи больших жестких дисков испытывают неудобства в организации файлов: в их распоряжении как минимум три диска (диск размером 6 Гбайт можно разбить на три диска по 2 Гбайт).

Для устранения этого ограничения фирма Microsoft предложила новую файловую систему с расширенными возможностями, называемую *FAT 32*. Установить файловую систему FAT 32 можно с помощью программы `Fdisk`. Файловая система FAT 32 была впервые реализована в операционной системе Windows 95 OEM Service Release 2 (OSR2). Она встроена также и в Windows 98, кроме того, фирма Microsoft планирует включить поддержку FAT 32 в Windows NT 5.0.

Замечание

Поскольку FAT 32 устанавливается только с помощью программы `Fdisk`, вы не сможете использовать эту файловую систему на дискетах и дисках съемных устройств, например, таких как Iomega Zip, которые не имеют файловой системы. Однако, такие устройства, как Iomega Jaz, имеют структуру жестких дисков, и на них можно устанавливать файловую систему FAT 32.

Основное преимущество FAT 32 — это возможность использования 32-разрядных записей, вместо 16-разрядных, что приводит к увеличению числа кластеров в разделе до 268 435 456 (вместо 65 536 или 2^{16}). Это значение эквивалентно 2^{28}, а не 2^{32}, поскольку четыре бита из 32 зарезервированы для других целей.

При использовании файловой системы FAT 32 раздел может иметь размер до 2 Тбайт (1 Тбайт равен 1 024 Мбайт). Новая файловая система может содержать 4 294 967 296 (2^{32}) кластеров размером 512 байт, а размер единичного файла может достигать 4 Гбайт.

Существует еще одно отличие файловой системы FAT 32 от ее предшественниц — положение корневого каталога — он не занимает фиксированного места на диске, как в FAT 16. Корневой каталог в FAT 32 может располагаться в любом месте раздела и иметь любой размер. Устранение ограничений записей корневого каталога обеспечивает динамическое изменение размера раздела файловой системы FAT 32. Фирма Microsoft не реализовала это замечательное свойство в операционных системах Windows 9*x*, чем и воспользовались независимые разработчики, такие как фирма PowerQuest, создавшая программу Partition Magic.

Основной недостаток файловой системы FAT 32 — это несовместимость с предыдущими версиями DOS и Windows 95. Вы не сможете загрузить предыдущую версию DOS или Windows 95 с диска с FAT 32, а также раздел с FAT 32 будет недоступен этим системам при их загрузке с другого диска.

Размер кластера FAT 32

Раздел FAT 32 вмещает большее количество кластеров, чем раздел FAT 16, это объясняется тем, что размер кластера стал меньше. Использование меньшего кластера уменьшает потери дискового пространства. Например, раздел размером 2 Гбайт с 5 000 файлов в FAT 32 использует кластер размером 4 Кбайт, вместо 32 Кбайт в FAT 16. Такое уменьшение размера кластера приводит к снижению потерь дискового пространства с 78 Мбайт до 10 Мбайт.

Замечание

С сервера журнала *PC Magazine* (`ftp://ftp.zdnet.com/pcmag/1995/0627/chkdrv.zip`) можно загрузить программу `CHKDRV` для оценки потерь при использовании файловых систем FAT 16 и FAT 32.

В табл. 19.8 приведен размер кластера при использовании файловой системы FAT 32 с различными размерами разделов.

Таблица 19.8. Размер кластера FAT 32

Размер раздела	Размер кластера
до 260 Мбайт	512 байт
260 Мбайт–8 Гбайт	4 096 байт
6 Гбайт–16 Гбайт	8 192 байт
16 Гбайт–32 Гбайт	16 384 байт
32 Гбайт–2 Тбайт	32 768 байт

Уменьшение размера кластера приводит к увеличению записей в FAT. Раздел размером 2 Гбайт с FAT 32 использует 524 288 записей, в то время как аналогичный раздел с FAT 16 использует 65 536 записей. И, следовательно, таблица FAT 16 имеет размер 128 Кбайт (65 536 записей × 16 бит = 1 048 576 бит или 131 072 байта или 128 Кбайт), а таблица FAT 32 — 2 Мбайт.

Размер FAT существенно влияет на производительность файловой системы. В Windows 9*x* модуль VCACHE пытается загрузить FAT в оперативную память для улучшения производительности системы. Выбор кластера размером 4 Кбайт на дисках емкостью до 8 Гбайт обеспечивает компромисс между производительностью и размером FAT в оперативной памяти.

Зеркальная копия файловой системы

Файловая система FAT 32 также использует преимущества двух копий FAT в разделе диска. Как и в FAT 16, в FAT 32 первая копия является основной и периодически копирует данные в дополнительную копию FAT. В FAT 32 при появлении проблем с главной копией FAT система переключается на дополнительную копию, которая становится главной. Помимо этого, система прерывает процесс создания зеркальной копии FAT для предотвращения потерь данных.

Создание раздела FAT 32

Для создания раздела с FAT 32 в Windows 9*x* необходимо использовать программу `Fdisk` в командной строке так, как это вы делали при создании раздела с FAT 16. При запуске этой программы будет выполнено тестирование диска и, если его размер превышает 512 Мбайт, появится следующее сообщение:

```
Компьютер имеет диск емкостью более 512 МБ. Данная версия Windows
включает поддержку больших дисков и позволяет эффективнее
использовать место на таких дисках, а также форматировать диски размером
более 2 Гбайт как один диск.

ВНИМАНИЕ! Если включить поддержку больших дисков и создать на них новый диск,
невозможно будет получить доступ к новому диску из другой операционной
системы, включая некоторые версии Windows 95 и Windows NT, а также
более ранние версии Windows и MS-DOS. Кроме того, дисковые служебные
программы, которые не поддерживают явно файловую систему FAT32, не смогут
работать с этим диском. Если собираетесь обращаться к этому диску из других
операционных систем или более старых служебных программ,
не включайте поддержку больших дисков.

Включить поддержку больших дисков (Y/N).....? [N]
```

Если вы ответите утвердительно на этот вопрос, все разделы размером более 512 Мбайт будут иметь файловую систему FAT 32 Кроме того, вам необходимо ответить на этот вопрос утвердительно, если требуется создать раздел размером более 2 Гбайт. Последующие окна работы программы `Fdisk` аналогичны окнам предыдущих версий этой программы.

Программа `Fdisk` автоматически определяет размер кластера на основе выбранной файловой системы и размера раздела. Однако существует недокументированный параметр команды `Format`, позволяющий явно указать размер кластера: `Format / Z:`*n*, где *n* — размер кластера в байтах, кратный 512. С помощью этой команды вы можете создать файловую систему с размером кластера, меньшим, чем установленный по умолчанию.

Внимание!

При использовании переключателя `/Z` необходимо помнить об ограничении файловой системы FAT 16 на количество кластеров (65 536). Используйте этот переключатель с файловой системой FAT 32. Не забывайте, что модификация размера кластера может отразиться на производительности файловой системы.

Преобразование FAT 16 в FAT 32

Операционная система Windows 95 OSR2 может создавать разделы с FAT 32 только на пустом диске. Для преобразования раздела с FAT 16 необходимо скопировать данные на другой носитель, удалить раздел с FAT 16 и создать новый раздел с FAT 32, а затем восстановить все данные. В операционной системе Windows 98 есть программа для преобразования раздела в FAT 32 без потери данных.

При запуске программа преобразования диска отображает информацию о существующих разделах и установленных файловых системах (рис. 19.2). Вам необходимо выделить диск и выполнить все операции мастера.

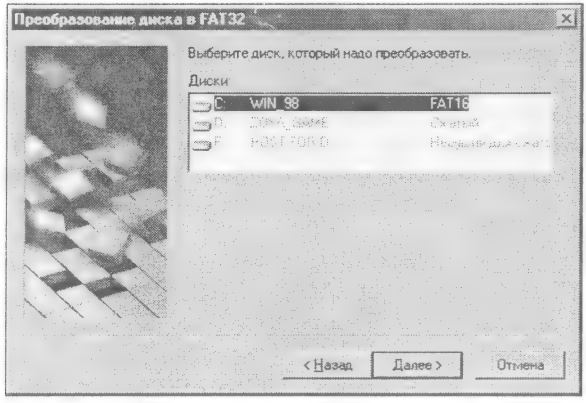


Рис. 19.2. Программа-мастер преобразования диска в FAT 32 из Windows 98

Обратите внимание, что после преобразования диска в FAT 32 выполнить обратное преобразование нельзя. Необходимо принимать "радикальные" меры, т.е. сохранить данные, запустить программу `Fdisk`, удалить раздел с FAT 32 и заново создать раздел с FAT 16.

FAT 32 и Partition Magic

Операционные системы Windows 95 OSR2 и Windows 98 содержат базовые инструменты для создания разделов с файловой системой FAT 32. Фирма PowerQuest создала программу Partition Magic, которая обладает продвинутыми возможностями работы с файловыми системами. С помощью этой программы вы можете выполнить преобразование FAT 16 в FAT 32 и обратно, а также изменить размеры разделов без потери данных.

Ошибки файловой системы FAT

Ошибки в файловой системе появляются скорее из-за программных сбоев, нежели аппаратных (например, при неверном завершении работы Windows). Некоторые из программных ошибок описаны ниже.

Потерянные кластеры. Это наиболее распространенная ошибка файловой системы, при которой кластеры в FAT помечаются как используемые, хотя на самом деле таковыми не являются. Эти потерянные кластеры появляются при неверном завершении работы приложения или крахе системы. Программы восстановления диска могут обнаружить эти кластеры и восстановить их.

Пересекающиеся файлы. Пересекающиеся файлы появляются в случае, когда две записи каталога неправильно указывают на один кластер. В результате кластер "содержит" данные из нескольких файлов, что, естественно, недопустимо. Для программ восстановления диска

поиск пересекающихся файлов — очень простая задача, и практически дисковые утилиты могут устранить данную проблему.

Неверный файл или каталог. Иногда информация в записи каталога для файла или подкаталога не соответствует действительности — запись содержит кластер с неверной датой или неверного формата. Практически все программы восстановления диска устраняют и эту проблему.

Ошибки FAT. Как уже указывалось выше в этой главе, при повреждении основной FAT доступ к файлам осуществляется с помощью дополнительной FAT. Программы восстановления диска восстанавливают поврежденную FAT в ее оригинальном местоположении и активизируют зеркальное копирование.

Восстановление диска и данных

Команды `Chkdsk`, `Recover` и `Scandisk` — "реанимационная бригада" DOS, занимающаяся восстановлением поврежденных данных на диске. Эти команды имеют очень простой и не слишком дружественный интерфейс, их применение зачастую оказывает значительное воздействие на систему, но иногда только эти утилиты могут помочь. Из перечисленных утилит наиболее известны, пожалуй, утилита `Recover`, которая восстанавливает программы, и `Chkdsk`, используемая для проверки файловой структуры диска. Многие пользователи даже не подозревают, что `Chkdsk` умеет не только проверять, но и восстанавливать поврежденную файловую структуру диска. Еще одна программа — `Debug` — простая утилита, которая может помочь вам в беде, но только при условии, что вы точно знаете, что и как делать.

`Scandisk` — более мощная утилита, чем `Chkdsk` и `Recover`, заменяющая эти две утилиты в DOS 6 и более поздних версиях, а также в Windows 9*x*.

Команда *Chkdsk*

Команда DOS `Chkdsk` широко известна, но многие пользователи не очень хорошо знакомы с ее возможностями. Для большинства пользователей `Chkdsk` — это программа, которая позволяет получить информацию об использовании дискового пространства и оперативной памяти. Разумеется, все это верно, но основная задача `Chkdsk` состоит в проверке файловой структуры DOS и ее восстановлении. В качестве инструмента для восстановления данных команда `Chkdsk` очень хороша, несмотря на свой простой интерфейс (особенно в сравнении с самыми новыми утилитами, выполняющими те же функции).

Малоизвестной функцией команды `Chkdsk` является проверка фрагментации файлов. `Chkdsk` также может представить пользователю список всех файлов (включая скрытые и системные) на логическом диске, как будто он является более мощным вариантом команды `Dir`. Но все же основной задачей `Chkdsk` является обнаружение и исправление ошибок файловой структуры.

Название команды `Chkdsk` может ввести в заблуждение: похоже, что оно образовано от слов *CHECK DISK* (проверка диска). На самом деле эта команда не проверяет ни сам диск, ни файлы на диске. Более того, команда `Chkdsk` не может показать реальное число поврежденных секторов, она показывает только количество кластеров, помеченных как дефектные. Все, что делает `Chkdsk`, — это проверяет структуру каталогов и FAT в поисках несоответствий.

`Chkdsk` может также проверять последовательность расположения файлов. Файлы, загружаемые с последовательных дорожек или секторов жесткого диска или дискеты, читаются быстрее файлов, "разбросанных" по всему диску. У DOS всегда есть информация о расположении каждого файла, она хранится в каталогах и в FAT. В FAT хранятся числа — по одному на каждый кластер. Каждое число является указателем на следующий занимаемый файлом кластер. Иногда часть указателей теряется или заменяется неправильным значением. В таких случаях DOS не в состоянии найти часть файла или даже весь файл.

Chkdsk обнаружит эти изменения и сообщит вам о них. Кроме того, она может попытаться разрешить эту проблему.

Синтаксис команды *Chkdsk*. Синтаксис команды Chkdsk следующий:

```
Chkdsk [disk:\path\] [filename] [/F] [/V]
```

Параметр disk: указывает на проверяемый диск. Параметры \path и filename указывают на файлы, которые требуется проверить на фрагментацию в дополнение к проверке диска. В указании имени файлов можно использовать маски. Единственное ограничение состоит в том, что нельзя проверять фрагментацию файлов из разных каталогов.

Параметр /F (*fix* — фиксировать) разрешает команде Chkdsk исправлять обнаруженные на диске ошибки в каталогах и в FAT. Если этот параметр не указан, программа выполнит проверку, не исправляя ошибок.

Параметр /V (Verbose — подробно) указывает команде Chkdsk вывести список всех файлов и подробную информацию об обнаруженных ошибках.

Если вообще не указывать параметров, Chkdsk проверит установленный по умолчанию диск и не будет проверять файлы на фрагментацию, а также не будет фиксировать исправления найденных ошибок. Если указаны параметры [path] и [filename], то Chkdsk проверит фрагментацию указанных файлов.

Фрагментированным называется файл, который размещается не в последовательных кластерах, а "разбросан" по всему диску. Фрагментированные файлы медленно обрабатываются операционной системой, что уменьшает общую производительность. Кроме того, фрагментированные файлы при сбоях в системе гораздо сложнее восстанавливать "вручную", чем дефрагментированные.

Для дефрагментации файлов существуют специальные утилиты. Но даже если у вас, кроме DOS, ничего нет, все равно можно выполнить полную дефрагментацию диска. Для этого достаточно скопировать *все* файлы на дискеты, переформатировать диск и скопировать на него с дискет сохраненные файлы. Для жесткого диска эта операция занимает *слишком* много времени, поэтому-то так и распространены программы дефрагментации диска.

Действия *Chkdsk*. Как уже было сказано, кластеры, помеченные как дефектные, не считаются ошибкой. Но Chkdsk при проверке FAT может обнаружить другие ошибки, предупредив об этом пользователя. Однако, кроме этого, не вполне понятного сообщения, команда Chkdsk ничего не говорит о том, как исправить найденную ошибку; она даже не сообщает, может ли самостоятельно справиться с возникшей проблемой или для ее разрешения потребуется использовать другую утилиту, а также к каким последствиям может привести данная ошибка.

Основная функция Chkdsk заключается в сравнении каталогов и FAT. Для того чтобы они соответствовали друг другу, информация о файлах, содержащаяся в них, не должна быть противоречивой. Например, количество занимаемых (по данным FAT) данным файлом кластеров должно соответствовать его размеру, хранящемуся в каталоге. Кроме того, последний кластер файла в FAT должен иметь специальную *метку конца файла*. Существует еще несколько критериев, которым следует Chkdsk при проверке диска.

Следующая задача команды Chkdsk состоит в восстановлении файловой структуры логического диска в случае, если в ней обнаружены какие-либо ошибки. Chkdsk приводит в соответствие информацию в FAT и в каталогах. Идея восстановления файловой структуры очень проста: Chkdsk практически всегда изменяет содержимое каталогов так, чтобы информация в них соответствовала содержимому FAT. Модификация FAT выполняется реже, чем модификация каталогов.

Вообще, с точки зрения восстановления Chkdsk можно рассматривать как утилиту для изменения каталогов и приведения их в соответствие с FAT. Поскольку Chkdsk не может эффективно справиться с большинством проблем в FAT, она просто изменяет содержимое каталогов.

Chkdsk обычно устраняет больше проблем, чем оставляет неисправленных. В некоторых случаях информация в каталогах корректна и позволяет с помощью других утилит исправить ошибки в FAT. Однако, если вы запустите Chkdsk с параметром /F, содержимое каталогов изменится, и полное восстановление FAT станет *невозможным*. Поэтому рекомендуется вначале запустить эту команду без параметра /F, чтобы определить, существуют ли какие-либо проблемы вообще.

Внимание!

Команду Chkdsk с параметром /F следует запускать только после того, как вы проверили диск, обнаружили на нем ошибки и знаете, каким образом Chkdsk может с ними справиться.

Внимание!

Некоторые пользователи помещают команду Chkdsk /F в файл Autoexec.bat. *Но это опасно!* Если каталоги или FAT повреждены, попытка загрузить какую-либо программу может привести к зависанию системы. Если же Chkdsk после перезагрузки справилась с возникшей на диске проблемой, то восстановить файловую структуру полностью уже невозможно. В некоторых случаях использование команды Chkdsk приводит к появлению гораздо большего количества ошибок, чем было до ее применения, и не существует простых путей отмены изменений, внесенных Chkdsk.

Выявляемые командой Chkdsk ошибки обычно являются программными, а не аппаратными. Можно встретить утерянные кластеры, ошибки размещения файлов или пересекающиеся файлы как результат сбоев аппаратного обеспечения. Обычно такие ошибки возникают из-за некорректной работы программного обеспечения или прерывания работы программы до того, как она закроет все открытые ею файлы и перенесет все буферы на диск. Конечно же, сбой аппаратного обеспечения может привести к преждевременному прекращению работы программы, но не следует считать, что появляющиеся после этого сообщения об ошибках всегда обозначают неисправность в аппаратном обеспечении — на самом деле такое происходит редко.

Команда *Recover*

Команда DOS Recover помечает в FAT дефектные нечитаемые кластеры. Если какой-либо файл не читается из-за сбоя диска на аппаратном уровне, команда Recover отметит дефектные кластеры, чтобы DOS в дальнейшем их не использовала. При неправильном применении данная команда может быть *очень опасной*. Не используйте эту программу в Windows 9*x*!

Внимание!

Будьте очень осторожны: при неправильном использовании команда Recover может *серьезно* повредить ваши файлы и FAT! Если вы запустите команду Recover без ограничений, она будет проверять *весь* диск на предмет дефектных секторов во всех файлах и подкаталогах; при этом все подкаталоги будут преобразованы в файлы с именами File0000.rec, File0001.rec и так далее и помещены в корневой каталог. Кроме того, на диске будут уничтожены системные файлы. *Никогда не используйте команду* Recover *без указания имени восстанавливаемого файла!* При неправильном применении эта команда так же опасна, как и команда Format.

Программа *Scandisk*

Программа Scandisk входит в поставку DOS версий 6 и более поздних, а также в Windows 9*x*. Она значительно мощнее утилит Chkdsk и Recover и выполняет функции их обеих. Программа Scandisk из Windows 95 OSR2 и Windows 98 может работать с файловой системой FAT 32.

Программа Scandisk больше похожа на упрощенную версию Norton Disk Doctor и позволяет проверять как целостность файловой структуры, так и работу секторов на физическом уровне. Обнаружив ошибки в каталогах или в FAT, Scandisk может их исправить. После определения дефектного сектора в FAT помечается дефектный кластер, содержащий этот сектор. При этом выполняется попытка восстановить поврежденный файл, причем сохраняются данные как до дефектного участка, так и после него.

В Windows 9*x* есть программа Scandisk для DOS и Windows. Файлы этих программ называются Scandisk.exe и Scandiskw.exe соответственно. Windows 9*x* проверяет диск в процессе установки операционной системы, а также после неверного завершения работы с системой. Вы можете также запустить программу Scandisk и ее "оконную" версию из командной строки. Особенности работы программы Scandisk вы можете найти в книгах по операционной системе или в справочной системе Windows 9*x*.

Дефрагментация диска

Как уже упоминалось выше, в файловой системе FAT данные в кластерах могут располагаться в любом месте диска. И при поиске файла последний считывается из нескольких мест, что, естественно, приводит к снижению производительности системы. Для перемещения файла в одно место служат программы дефрагментации диска.

В Windows 9*x* есть программа дефрагментации диска, которая работает с файловыми системами FAT 16 и FAT 32. В Windows 98 в программу дефрагментации была добавлена функция ускорения запуска приложений — перемещение часто запускаемых программ к началу диска.

Кроме программы дефрагментации диска, поставляемой с операционной системой Windows 9*x*, существуют программы независимых разработчиков. Примером одной из таких программ может быть программа Speed Disk из комплекта Norton Utilities.

Внимание!

Помните, что процесс дефрагментации — довольно опасная процедура. При дефрагментации происходит считывание, удаление и перезаписывание данных. Сбой в системе питания при выполнении этой операции может привести к плачевным последствиям. Поэтому перед дефрагментацией критически важных данных следует выполнять резервное копирование.

Обращаю ваше внимание, что, кроме стандартных программ для работы с диском, поставляемых вместе с операционной системой, существует огромное количество дисковых утилит независимых разработчиков. Самый известный пакет таких программ — Norton Utilities, разработанный фирмой Symantec. Большинство таких программ созданы для DOS и Windows и могут работать с файловой системой FAT 32.

NTFS

Файловая система NTFS применяется в операционной системе Windows NT. Несмотря на то, что Windows NT может использовать разделы с FAT, файловая система NTFS обеспечивает б*о*льшие преимущества по сравнению с FAT: б*о*льшие размеры файлов и разделов, дополнительные атрибуты файлов и расширенные средства безопасности. При разработке операционной системы Windows NT не существовало проблем обеспечения обратной совместимости, поэтому файловая система обладает особыми свойствами и поддерживается только Windows NT.

Все операционные системы Windows (кроме Windows NT) основаны на DOS, поэтому внутри системы существует часть кода DOS. В Windows NT DOS-программы работают в режиме эмуляции DOS. При загрузке другой операционной системы раздел с NTFS недоступен.

В файловой системе имя файла может содержать до 255 символов, включая пробелы, точки и другие символы, за исключением * ? \ / ; < > |. Поскольку NTFS — 64-разрядная файло-

вая система, размер файла и раздела может быть просто огромным — 2^{64} байт, или 17 179 869 184 Тбайт!

Архитектура NTFS

Несмотря на существующие различия в структуре раздела файловых систем FAT и NTFS, у них есть подобные элементы, например загрузочная область. Раздел NTFS состоит из *главной таблицы файлов* (*master file table — MFT*). MFT это не то же самое, что FAT. Вместо использования таблицы со ссылками на кластеры, MFT содержит большее количество информации о файлах и каталогах в разделе. В некоторых случаях MFT может даже содержать файлы и каталоги.

Первая запись в MFT называется *дескриптор* (*descriptor*) и содержит информацию о расположении самой MFT. Загрузочный сектор в разделе NTFS содержит ссылку на расположение записи дескриптора. Вторая запись в MFT это зеркальная копия дескриптора. Такое избыточное хранение данных обеспечивает большую устойчивость к ошибкам.

Третья запись — это запись файла журнала. Все операции (транзакции) в файловой системе NTFS записываются в специальный файл журнала, что позволяет восстановить данные после сбоя. Остальная часть MFT состоит из записей для файлов и каталогов, которые хранятся в разделе. В файле файловой системы NTFS хранятся атрибуты, определенные пользователем и системой. Атрибуты в разделе NTFS — это не простые флаги из раздела FAT. Вся информация о файле, т.е. атрибуты, в файловой системе NTFS сохраняется вместе с файлом и является частью самого файла. Каталоги в NTFS состоят, в основном, из индексов файлов в этом каталоге и не содержат такой информации о файле, как размер, дата, время и др.

Таким образом, MFT — это не просто список кластеров; реально, это — основная структура хранения данных в разделе. Если файл или каталог относительно небольшой (около 1 500 байт), его запись может храниться в MFT. Для больших массивов данных в MFT помещается указатель на файл или каталог, а сами данные располагаются в других кластерах в разделе. Эти кластеры называются *экстентами* (*extents*). Все записи в MFT, включая дескрипторы и файл журнала, могут использовать экстенты для хранения дополнительных атрибутов. Атрибуты файла, которые являются частью записи MFT, называются *резидентными* (*resident*) атрибутами, а атрибуты, расположенные в экстентах, называются *нерезидентными* (*nonresident*).

Совместимость NTFS

Получить доступ к разделу NTFS из DOS и других операционных систем нельзя. Windows NT предназначена для использования в качестве сетевой операционной системы, поэтому доступ к файлам в разделе NTFS можно получить посредством сети. Для этого в NTFS поддерживаются имена файлов, удовлетворяющие стандарту восемь-точка-три.

Основное преимущество файловой системы NTFS — это обеспечение безопасности файлов и каталогов. Атрибуты безопасности в NTFS называются *разрешениями* (*permissions*) и устанавливаются системным администратором посредством предоставления доступа к данным на уровне прав пользователей и групп пользователей.

Однако вы можете установить FAT-атрибуты файлов в файловой системе NTFS с помощью стандартных инструментов операционной системы Windows NT, например программы Проводник или DOS-команды `Attrib`. При копировании файлов из раздела NTFS в FAT все атрибуты файла сохраняются, и пользователь с правами полного доступа не сможет удалить файл с FAT-атрибутом "только для чтения".

Алгоритм создания коротких имен файлов в Windows NT такой же, как и в файловой системе VFAT Windows 9*x*. Процесс создания имени файла, удовлетворяющего стандарту восемь-точка-три для операционных систем Windows 9*x*, описан выше в этой главе.

Создание раздела NTFS

Создать раздел NTFS можно только на жестком диске. Его нельзя создать на дискете, а на сменном устройстве, таком как Iomega Zip или Jaz, можно. Существует три способа создания раздела NTFS:

- при установке операционной системы Windows NT или после установки с помощью дисковых утилит;
- отформатировать существующий раздел в NTFS (с удалением всех данных) с помощью команды `Format` системы Windows NT (параметр `/fs:ntfs`);
- преобразовать существующий раздел FAT в NTFS (с сохранением всех данных) при установке Windows NT или после установки с помощью программы `Convert`.

Инструменты для NTFS

В связи с тем, что файловые системы NTFS и FAT различаются по своей структуре, в NTFS нельзя использовать дисковые утилиты для FAT. Сама файловая система NTFS содержит средства восстановления данных. Кроме того, некоторые дисковые утилиты поставляются с операционной системой Windows NT. В файловой системе NTFS необходимо использовать программы дефрагментации диска, которые выпускаются независимыми разработчиками, например, такие как программа Diskeeper фирмы Executive Software International, Inc.

Заключение

Итак, вы ознакомились с большинством компонентов IBM-совместимых систем. В этой книге описаны совместная работа этих компонентов, способы их установки и настройки, а также характеристики и методы устранения неисправностей. В ней рассматриваются виды диагностики и отладки основных компонентов. Кроме того, здесь описываются детали, необходимые для модернизации оборудования, приводится информация о том, какие компоненты предлагаются на рынке, и дается их сравнительная характеристика. Поскольку из строя чаще всего выходят именно морально устаревшие компоненты, ремонт компьютера нередко совпадает с его модернизацией: вышедшую из строя деталь заменяют не такой же, а более современной.

Сведения, представленные в этой книге, автор собирал в течение многих лет работы с различными системами персональных компьютеров. В каждой главе описаны результаты исследований и экспериментов; некоторые фирмы, располагая этими данными, сэкономили не одну тысячу долларов. Так что и вы, уважаемый читатель, прочитав эту книгу, не потеряли время зря.

Ремонт и обслуживание компьютера собственными силами является одним из лучших способов сэкономить деньги. Вы сможете избежать расходов на оплату работы специалистов по ремонту ПК и сократите время простоя техники.

Сведения, представленные в настоящем издании, взяты из различных источников. В течение последних 17 лет я преподавал на семинарах, организованных моей компанией Mueller Technical Research. На этих семинарах меня частенько спрашивали, где можно узнать все обо всем и нет ли у меня особых источников информации. Нет, никаких секретов не существует! Сейчас я расскажу о следующих четырех главных источниках, которые помогут вам стать настоящим специалистом по ремонту и модернизации персональных компьютеров:

- документация;
- компьютеры;
- сети;
- компьютерная периодика.

Документация

Любое справочное руководство является основным и исключительно важным источником информации о компьютерах. К сожалению, именно справочные руководства чаще всего не читают, а просматривают. Значительная часть моих личных знаний приобретена именно во время штудирования технических справочников и другой документации, предоставляемой производителями оборудования. Я никогда не стал бы покупать систему без подробного технического руководства. Это относится к любому из компонентов системы, будь то дисковод, жесткий диск, блок питания, системная плата или плата памяти. Подобное руководство необходимо для того, чтобы знать, насколько система потенциально модернизируема, и правильно установить оборудование. Зачастую подробные руководства можно приобрести только у производителей; посредники или распространители продают их редко. По возможности следует выяснить, кем на самом деле выпущен тот или иной узел вашей системы, и попытаться раздобыть техническую документацию к нему.

Такие солидные производители, как Intel, IBM, Compaq, Hewlett-Packard, кроме собственных компонентов, продают изделия других фирм. Как правило, у таких производителей можно приобрести полные комплекты документации. В них превосходно описаны все детали функционирования центрального процессора, памяти, системной шины и других узлов системы. Такие руководства вполне подходят для совместимых и родственных систем, поскольку система, совместимая с IBM программно, вероятнее всего, совместима и по большинству аппаратных компонентов.

Некоторые фирмы, например Compaq и Hewlett-Packard, также сформировали свои собственные обширные библиотеки технической документации. Как и IBM, они распространяют эти материалы на компакт-дисках; в таком виде документация удобна для изучения. Кроме компакт-дисков, широко используется Internet.

Помимо выпущенных производителями руководств по системам собственного изготовления, полезно иметь и руководства производителей отдельных компонентов. Например, в последнее время мне приходилось работать с системами Gateway 2000 и Hewlett-Packard, в которых установлены дисководы производства Epson. В документации к самим системам нет подробной информации об этих дисководах, поэтому я заказал соответствующие материалы в самой фирме Epson, а также в фирмах, выпускающих жесткие диски для упомянутых систем (Western Digital и Quantum). Теперь я располагаю самой подробной информацией обо всех дисковых накопителях, касающейся переключателей на платах адаптеров, тонкостей обслуживания, ремонта и прочих подробностей, которые из других источников получить нельзя.

Следует знать номер модели и производителя каждой составной части системы, если к компонентам не прилагается техническое описание. Это позволит обратиться к производителю и получить более подробную информацию. Например, технические описания компании Intel — это целые тома материалов о процессорах, микросхемах системных платах, контроллерах кэш-памяти и других продуктах этой фирмы.

Компьютеры

Одним из наилучших источников информации является компьютер. Например, если вы хотите узнать, будет ли адаптер XYZ SCSI нормально работать с контроллером накопителя на магнитной ленте ABC, просто включите все в сеть и нажмите кнопку. Конечно, это просто только на словах, а на деле экспериментирование с компьютерными системами является очень хорошим способом их изучения, который к тому же всегда доступен. Рекомендую перепробовать все самому; вряд ли вы сможете сделать что-нибудь такое, из-за чего сломается аппаратура. Правда, почти наверняка можно повредить данные, поэтому на всякий случай регулярно делайте резервные копии. На системе, которая используется для повседневной работы, лучше не экспериментировать; для этого подойдет менее важная машина. Пользователи неохотно экспериментируют с компьютерами: все-таки это дорогостоящая игрушка, но знания, полученные таким способом, имеют особую ценность. Например, можно обнаружить, что многое из описанного в руководствах не соответствует действительности. Поэтому полезно выяснить, возвращает ли поставщик деньги за проданное изделие в том случае, если оно не соответствует ожиданиям клиента (и прилагаемой документации).

Всякий раз, когда мне попадается новая система, я открываю в ней все, что можно, и начинаю изучать. Меня интересуют конструкции и модели дисководов, блоков питания, системных плат и т.д. Я обращаю внимание на номера основных микросхем системной платы: процессора (в первую очередь) и других микросхем, контроллеров гибких дисков, клавиатуры, видеоадаптеров и прочих элементов схемы. Зная, какой комплект микросхем используется в компьютере, можно проникнуть в самые сокровенные тайны (например, узнать потенциальные возможности расширения или тонкости системной настройки). Я также уточняю версию BIOS и копирую ее на диск для резервирования и дальнейшего изучения. В BIOS я

изучаю таблицу накопителей на жестких дисках и другие параметры настройки. Выяснив тип резервной батареи, я смогу впоследствии без труда ее заменить. Полезно также отметить для себя все нестандартные элементы, встречающиеся в компьютере, чтобы при ремонте они не стали неприятным сюрпризом. Для того чтобы помочь пользователю разобраться в многообразии системных компонентов, разработано много программ, но, по моему мнению, все они являются не совсем полными.

Сейчас мне хотелось бы отметить одно особо удручающее меня обстоятельство. Когда в каком-нибудь компьютерном журнале пишут о результатах тестирования производительности и возможностях различных (предположим, жестких) дисков или мониторов и при этом не сообщают, из каких компонентов производитель собрал остальную часть системы, это меня просто раздражает. Обозреватели даже не дают себе труда узнать, что находится внутри машины, какие в ней установлены контроллеры, BIOS, системная плата, видеоадаптер и прочее, а без этого все их тесты — пустая трата времени. Если при тестировании одна система отличается по быстродействию от другой на несколько миллисекунд, то это еще не повод говорить о победе первой, поскольку в компонентах всегда существует статистический разброс параметров. Что я хочу всем этим сказать? Относитесь *осторожно* к категорическим утверждениям журнальных публикаций и опирайтесь в основном на *собственные* выводы.

Сети

С помощью модема можно получить информацию из самых разнообразных источников — начиная местными электронными досками объявлений (BBS) и заканчивая глобальными сетями Internet. Многие компании распространяют по Internet техническую информацию и даже новейшее программное обеспечение. Используя подобные сети, можно связаться как с компьютерными энтузиастами, так и со специалистами. Компьютерные сети — превосходный источник такого количества информации, которое трудно себе даже представить.

Компьютерная периодика

Наконец, последний из упоминаемых источников информации — компьютерная периодика — также является одним из самых оперативных. В них часто сообщается об обнаруженных и исправленных неполадках, текущих проблемах и новинках компьютерной индустрии. Последняя развивается столь бурно, что даже пресса не всегда успевает за ней (что уж говорить о книгах). Вероятно в вашем городе можно приобрести хотя бы пару изданий на компьютерную тему. Если же компьютерная пресса вам недоступна, обратите ваш взор на Internet. Таким способом можно собрать довольно полную информацию по интересующему вас вопросу.

И напоследок...

1998 год стал юбилейным для этой книги — ей исполнилось 10 лет! Эта книга была первой на рынке и сразу же завоевала популярность читателей своей компетентностью и информативностью. В настоящее время она используется в качестве учебника во многих компаниях, на курсах сертификации и семинарах.

Я выражаю огромную благодарность всем читателям, чьи бесценные советы способствовали улучшению каждого издания книги!

Надеюсь, что книга *Модернизация и ремонт ПК. Десятое юбилейное издание* вам пригодилась и что вам было так же интересно ее читать, как мне писать. С вопросами по этой книге и пожеланиями в адрес будущих ее изданий обращайтесь по следующему адресу:

Scott Mueller
Mueller Technical Research
21 Spring Lane
Barrington Hills, IL 60010-9009
Тел: (847) 854-6794
Факс: (847) 854-6795
E-mail: scottmueller@compuserve.com
Web-страница: http://www.m-tr.com

Помните, что связь по электронной почте быстрее и надежнее связи по обычной почте. Если вы все же отсылаете обычное письмо, прилагайте к нему конверт с обратным адресом.

Благодарю всех, кто приобрел и прочел эту книгу.

С благодарностью,
Скотт Мюллер

Приложение

Полезная информация из Internet

Большинство фирм-производителей имеет собственный Web-узел, на котором вы можете найти необходимую информацию о выпускаемой продукции, предоставляемых услугах и технологиях. Кроме того, на некоторых узлах приводятся ссылки на публикуемые документы об аппаратном обеспечении и принятых стандартах. На многих узлах содержатся ссылки на другие узлы, где приводимая информация описывается более подробно. Ниже представлен краткий список адресов, которые, на мой взгляд, будут вам наиболее полезны.

Адрес	Описание
elaine.teleport.com/%7Ecurt/modems.html	Часто задаваемые вопросы по высокоскоростным модемам
hardware.pairnet.com	Обзор аппаратных средств
infopad.eecs.berkeley.edu/CIC	Информация о процессорах
pclt.cis.yale.edu/pclt/PCHW/PLATYPUS.HTM	Краткий обзор технологий аппаратных средств для персональных компьютеров
scitexdv.com/SCSI2/SCSI2.html	Спецификация SCSI 2
web.idirect.com/~frank/index.html	Характеристики накопителей на жестких дисках и CD-ROM
www.56k.com	Информация о стандартах модемов KFlex, X2 и v.90
www.agpforum.org	Информация об AGP
www.anandtech.com	Обзор системных плат, процессоров и др.
www.atipa.com/InfoSheets/irqs.shtml	Разрешение конфликтов IRQ
www.cd-info.com	Описание технологий разработки и производства компакт-дисков
www.chipanalyst.com/q/	Описание микропроцессоров
www.chipset.com	Список узлов по чипсетам
www.cis.ohio-state.edu/hypertext/faq/usenet/scsi-faq/top.html	Часто задаваемые вопросы по SCSI
www.cis.ohio-state.edu/hypertext/faq/usenet-aqs/bygroup/comp/sys/ibm/pc/hardware/top.html	Информация об аппаратных средствах, связанных с USENET
www.cpu-central.com	Описание и характеристики процессоров
www.drivershq.com	Обзор драйверов аппаратных средств
www.driverupdate.com	Драйверы аппаратных средств для Windows 9*x* и 3.1
www.erols.com/chare/main.htm	Часто задаваемые вопросы по процессорам
www.hardwarecentral.com	Описания и часто задаваемые вопросы по многим аппаратным компонентам ПК
www.heartlab.rri.uwo.ca/vidfaq/chipset.html	Часто задаваемые вопросы по наборам микросхем видеоплат
www.irda.org	Стандарты инфракрасных технологий

Адрес	Описание
www.isdn.osn.com	Часто задаваемые вопросы и общая информация о ISDN
www.itu.ch	Стандарты на модемы и телекоммуникации
www.kflex.org	Характеристики модемов Kflex 56K
www.lemig.umontreal.ca/bios/bios_sg.htm	Информация о BIOS
www.motherboard.org	Описания, советы и сравнительные характеристики системных плат
www.mrdriver.com	Обзор драйверов аппаратных средств для различных систем
www.pc-card.com	Стандарты PCCard и PCMCIA
www.pcguide.com	Общая информация об аппаратных средствах ПК
www.pcisig.com	Спецификации PCI
www.pcwebopedia.com	Энциклопедия компьютерных технологий
www.ping.be/bios/numbers.shtml	Определение BIOS по идентификационным номерам
www.scsita.org	Информация о SCSI
www.sig.net/~slogan/hardware.htm	Обзор аппаратных средств
www.sldram.com	Описание технологии SLDRAM
www.spa.org	Спецификации MPC
www.storagereview.com	Обзор жестких дисков SCSI и ATA IDE
www.symbios.com/x3t10	Информация об устройствах ввода/вывода, в основном SCSI
www.sysopt.com	Оптимизация и повышение быстродействия системы
www.teleport.com/~nlx/	Спецификации системных плат NLX
www.teleport.com/~usb/	Информация об USB
www.the-view.com	Обзор аппаратных средств
www.tomshardware.com	Обзор и анализ системных плат, процессоров, видеоплат и др.
www.tweakit.com	Обзор и сравнительные характеристики новых аппаратных средств
www.twinight.org/chipdir/	Каталоги чипов, производителей и др.
www.usb.org	Информация об USB
www.vesa.org	Стандарты VESA
www.west.net/~jay/modem	Строки инициализации модема
www.windrivers.com	Драйверы аппаратных средств для всех версий Windows
www.winfiles.com/drivers	Драйверы аппаратных средств для Windows 9*x*
www.x86.org	Секреты и технологии процессоров Intel
wwwcsif.cs.updavis.edu/~wen/intel.htm	Руководство по наборам микросхем Intel
ixbt.stack.net	Энциклопедия аппаратного обеспечения на русском языке
www.kv.minsk.by	Узел, посвященный аппаратным средствам ПК на русском языке

Словарь терминов

В данном словаре дается толкование терминов, используемых в области электроники и компьютерных технологий, которые имеют отношение к модернизации и ремонту ПК, новейшим достижениям в области разработки дисковых интерфейсов, модемов, дисплеев и видеоаппаратуры. Кроме того, здесь описаны стандарты, действующие в индустрии ПК. Хотя словарь и не предназначен для чтения "от корки до корки", вам будет интересно и полезно его просмотреть.

10Base2 — стандарт IEEE для передачи данных по сети Ethernet со скоростью 10 Мбит/с. Данные передаются по коаксиальному кабелю без дополнительной модуляции сигнала на расстояние, не превышающее 185 м.

10Base5 — стандарт IEEE для передачи данных по сети Ethernet со скоростью 10 Мбит/с. Данные передаются по коаксиальному кабелю без дополнительной модуляции сигнала на расстояние, не превышающее 500 м.

10BaseT — стандарт передачи данных по сети Ethernet со скоростью 10 Мбит/с. Данные передаются по витой паре категории 3, близкой по характеристикам к телефонной линии, с конфигурацией топологии звезды.

100BaseT — стандарт передачи данных по сети Ethernet. Данные передаются по неэкранированной витой паре категории 5 с конфигурацией топологии звезды. Скорость передачи — около 100 Мбит/с.

100BaseVG — стандарт передачи данных со скоростью 100 Мбит/с по сети Ethernet, разработанный фирмами Hewlett-Packard и AT&T. Стандартом предусматривается использование четырех витых пар категории 5, таких же, как в сети 10BaseT. Сигналы распределяются по 4 физическим линиям связи с полосой пропускания 25 МГц каждая.

286 — см. *80286*

386 — см. *80386*

486 — см. *80486*

56K — общий термин для модемов, которые могут передавать данные со скоростью56 Кбит/с, см. *V.90*, *X2*, *Kflex*.

586 — общий термин для обозначения пятого поколения процессоров, более известных как Intel Pentium.

80286 — микропроцессор, разработанный фирмой Intel и имеющий 16-разрядные регистры, 16-разрядную шину данных и 24-разрядную шину адреса. Этот микропроцессор может работать в реальном и защищенном режимах.

80287 — математический сопроцессор, разработанный фирмой Intel специально для выполнения операций над числами с плавающей запятой с более высокой скоростью и точностью, чем у основного процессора. Сопроцессор 80287 может быть установлен в большинстве устройств, использующих микропроцессор 286, и в некоторых компьютерах с микропроцессором 386DX; расширяет их возможности более чем 50 новыми инструкциями.

80386 — см. *80386DX*.

80386DX — микропроцессор, разработанный фирмой Intel и имеющий 32-разрядные регистры, 32-разрядную шину данных и 32-разрядную шину адреса. Этот микропроцессор может работать в реальном, защищенном и виртуальном режимах.

80386SX — микропроцессор, разработанный фирмой Intel и имеющий 32-разрядные регистры, 16-разрядную шину данных и 24-разрядную шину адреса. Этот микропроцессор разработан как более дешевый вариант микропроцессора 386DX; может работать в реальном, защищенном и виртуальном режимах.

80387 — математический сопроцессор, разработанный фирмой Intel специально для выполнения операций над числами с плавающей запятой с более высокой скоростью и точностью, чем у основного процессора. Сопроцессор 80387 может быть установлен в большинстве устройств, использующих микропроцессор 386DX; расширяет их возможности более чем 50 новыми инструкциями.

80486 — см. *80486DX*.

80486DX — микропроцессор, разработанный фирмой Intel и имеющий 32-разрядные регистры, 32-разрядную шину данных и 32-разрядную шину адреса. В этот микропроцессор встроены кэш-контроллер с 8 Кбайт кэш-памяти и математический сопроцессор, эквивалентный 387DX. Процессор 486DX может работать в реальном, защищенном и виртуальном режимах.

80486DX2 — вариант микропроцессора 486DX, который работает на частоте, вдвое превышающей тактовую частоту материнской платы. Если частота материнской платы составляет 33 МГц, то DX2 будет работать на частоте 66 МГц. Обозначение DX2 относится к микросхемам, распространяемым отдельными производителями; в розничной торговле DX2 продавался как процессор overdrive.

80486DX4 — вариант микропроцессора 486DX, который работает на частоте, втрое превышающей тактовую частоту материнской платы. Если ее частота 33,33 МГц, то DX4 будет работать на частоте 100 МГц.

80486SX — микропроцессор, разработанный фирмой Intel и имеющий 32-разрядные регистры, 32-разрядную шину данных и 32-разрядную шину адреса. Микропроцессор 486SX аналогичен 486DX, но в нем нет встроенного математического сопроцессора, что обеспечивает снижение его стоимости. Микропроцессор 486SX может работать в реальном, защищенном и виртуальном режимах.

8086 — микропроцессор, разработанный фирмой Intel и имеющий 16-разрядные регистры, 16-разрядную шину данных и 20-разрядную шину адреса. Этот микропроцессор может работать только в реальном режиме.

8087 — математический сопроцессор, разработанный фирмой Intel. Создан специально для выполнения операций над числами с плавающей запятой с более высокой скоростью и точностью, чем у основного процессора. Сопроцессор 8087 может быть установлен в большинстве устройств, использующих микропроцессоры 8086 и 8088; расширяет их возможности более чем 50 новыми инструкциями.

8088 — микропроцессор, разработанный фирмой Intel и имеющий 16-разрядные регистры, 8-разрядную шину данных и 20-разрядную шину адреса. Этот микропроцессор может работать только в реальном режиме; был разработан как более дешевый вариант микропроцессора 8086.

8514/A — аналоговый графический адаптер дисплея семейства персональных компьютеров фирмы IBM PS/2. В отличие от предыдущих адаптеров, например, таких как EGA и VGA, позволяет установить более высокое разрешение (1024×768 пикселей) и расширить палитру до 256 цветов или 64 оттенков серого цвета. 8514/A фактически является видеосопроцессором, имеющим встроенные графические функции обработки двухмерной графики, и, таким образом, упрощает выполнение процессором графических задач. Для вывода изображения используется развертка Interlaced.

AC (Alternating Current) — переменный ток. Его частоту измеряют в периодах в секунду или в герцах. В электрической сети стандартное значение напряжения — 220 В, а частоты — 50 Гц.

ACPI (Advanced Configuration and Power Interface — расширенная конфигурация и интерфейс питания) — стандарт, разработанный фирмами Intel, Microsoft и Toshiba, в котором реализованы функции управления электропитанием в операционной системе. Этот стандарт заменил предыдущий стандарт управления питанием APM.

AGP (Accelerated Graphics Port — улучшенный графический порт) — интерфейс между видеоадаптером и набором микросхем системной платы, разработанный фирмой Intel. AGP 32-разрядный, работает на частоте 66 МГц, и может передавать 1 или 2 бита в такте (режимы 1x и 2x).

AND — логическая операция. Если P, Q и R — выражения, то выражение P AND Q AND R истинно, когда все три выражения являются истинными, и ложно, если любое из них является ложным.

ANSI (American National Standards Institute — Американский национальный институт стандартов) — неправительственная организация, основанная в 1918 году для изменения, утверждения и опубликования стандартов в области передачи данных.

API (Application Program Interface — программный интерфейс приложений) — системные вызовы, которые обеспечивают приложение сервисом операционной системы. В IBM-совместимых компьютерах ROM BIOS и DOS представляют программный интерфейс для программиста, который можно использовать для управления аппаратным обеспечением.

APM (Advanced Power Management — расширенное управление питанием) — спецификация, разработанная фирмами Intel и Microsoft, которая описывает необходимые программные средства для увеличения срока службы батарей питания в портативных компьютерах, а также в настольных системах. APM позволяет управлять энергопотреблением устройств из операционной системы. В настоящее время вытесняется спецификацией *ACPI*.

ARQ (Automatic Repeat Request — автоматический повторный запрос) — предусмотренный в протоколе автоматический запрос на повторную передачу блока данных, в котором была обнаружена ошибка.

ASCII (American Standard Code for Information Interchange — американский стандартный код обмена информацией) — 7-битовый код, разработанный в 1965 году Робертом В. Бемером (Robert W. Bemer) для совместимости различных типов устройств обработки данных. Стандартный перечень символов ACSII состоит из 128 (от 0 до 127) позиций, присвоенных буквам, цифрам, знакам пунктуации и большинству широко используемых специальных символов. В 1981 году фирма IBM представила расширенный перечень символов ASCII для компьютеров фирмы IBM: были увеличены размер кода до 8 бит и количество позиций от 128 до 255 для расширения алфавита специальными математическими и псевдографическими символами и символами языков, отличных от английского.

ATA — стандарт дискового интерфейса IDE, представленный в марте 1989 года, который определяет совместимость регистров, 40-контактный разъем и связанные с ними сигналы. См. также *IDE*.

ATA-2 — второе поколение дискового интерфейса IDE. Эта версия определяет режим более быстрой передачи данных и схему LBA для дисковых накопителей большого объема. Также имеет названия Fast ATA, Fast ATA-2 и Enhanced IDE (EIDE).

ATAPI — спецификация, которая определяет характеристики устройства для подключения IDE-устройств, таких как накопители CD-ROM. По существу, ATAPI — это адаптация набора команд SCSI к IDE-интерфейсу.

ATM (Asynchronous Transfer Mode — режим асинхронной передачи) — способ передачи, при котором передаваемая информация разбивается на пакеты, каждый из которых передается независимо от других. Пакеты представляют собой последовательность данных фиксированного размера, состоящую из заголовка и собственно информации.

ATX — стандарт системных плат, системы питания и корпуса, разработанный фирмой Intel и анонсированный в 1995 году; расположение процессора, памяти не оказывает влияния на платы адаптеров, установленные в разъемы системной платы; применяется улучшенная система охлаждения элементов компьютера.

Autoexec.bat — специальный командный файл, который DOS выполняет во время запуска системы.

AVI (Audio Video Interleave — чередование звука и изображения) — метод хранения скомбинированной аудио- и видеоинформации, разработанный фирмой Microsoft. Он позволяет сохранить ценное дисковое пространство и синхронизировать звук в соответствии с изображением.

Balun (balanced/unbalanced — сбалансирован/несбалансирован) — тип преобразователя, который позволяет объединить сбалансированные и несбалансированные кабели. Например, скрученную пару сбалансированных кабелей можно объединить с коаксиальными (несбалансированными) кабелями.

BASIC (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code) — популярный компьютерный язык программирования. Был разработан Джоном Кэмэни (John Kemeny) и Томасом Куртцем (Thomas Kurtz) в середине 60-х годов. Обычно это — язык-интерпретатор, благодаря которому программа транслируется и выполняется по одному оператору.

BBS (Bulletin Board System) — компьютерная справочная служба. Узел BBS — компьютер с модемом и программным обеспечением, позволяющим другим компьютерам с модемами связываться с ним (как правило, круглосуточно). Тысячи связанных компьютерных справочных служб предоставляют огромный объем информации и общедоступное программное обеспечение.

BIOS (Basic Input/Output System — базовая система ввода-вывода) — программа, обеспечивающая передачу информации с компьютера на периферийные устройства и наоборот. Как правило, записана в системном ПЗУ.

Bit map (битовый массив) — способ хранения изображения, при котором каждому пикселю экрана (элементу изображения) соответствует бит памяти, описывающий состояние этого пикселя (включен или выключен). Битовый массив содержит бит для каждой точки экрана, причем каждая точка имеет в массиве соответствующий адрес. Для описания цвета, насыщенности и других характеристик изображения каждого пикселя может использоваться большее количество битов.

BMP (Bit MaP) — формат графического изображения, используемый в Windows.

BNC (British National Connector) — тип штепсельного разъема, разработанный в Англии для подключения телевизионных антенн. BNC является типом разъема для использования с коаксиальными кабельными сетями. BNC часто применяется в локальных сетях с коаксиальными кабелями, например в Ethernet и ARCnet, а также в кабельных видеосистемах.

Bug — ошибка или дефект в программе.

Burst Static RAM (BSRAM — статическое пакетное ОЗУ) — тип статических микросхем памяти, используемых в кэш-памяти.

Busmaster — управляющее устройство, которое "захватывает" шину для повышения производительности определенной операции.

B-канал — два канала для передачи данных в ISDN со скоростью передачи 64 Кбит/с каждый.

C — язык программирования высокого уровня; часто используется для программирования на универсальных вычислительных машинах, мини-ЭВМ и персональных компьютерах.

CAM (Common Access Method — метод общего доступа) — комитет, сформированный в 1988 году, в который входят поставщики компьютерного периферийного оборудования. Комитет разрабатывает стандарты на интерфейсы между периферийными устройствами и адаптерами SCSI. CAM также установил множество стандартов накопителей IDE, называемых "интерфейсом ATA".

CardBus — 32-разрядный интерфейс для обмена данными с памятью и устройствами ввода-вывода на скорости 33 МГц, а также новый экранированный соединитель, предотвращающий установку устройств CardBus в неподходящие для них слоты более ранних версий.

CAV (Constant Angular Velocity — постоянная угловая скорость) — формат записи на оптический диск, при котором данные записываются на диск в концентрических окружностях. Диски вращаются с постоянной скоростью (аналогично записи на гибкий диск). В формате CAV (по сравнению с CLV) можно записать ограниченный объем информации.

CCITT — международная комиссия, организованная Организацией Объединенных Наций для определения стандартов и рекомендаций по коммуникациям.

CCS (Common Command Set — общий набор команд) — набор команд для SCSI-устройств, определенных стандартом ANSI. Все SCSI-устройства должны удовлетворять этому стандарту.

CD (Compact Disk — компакт-диск, или аудио компакт-диск) — оптический диск размером 4,75" (12 см), на котором записана музыкальная информация в цифровой форме. Диск может содержать 74 мин высококачественной (отношение сигнал/шум 90 Дб) звуковой информации.

CD Video — формат компакт-диска, определенный в 1987 году, может содержать 20 мин цифрового звукового и 6 мин аналогового видеосигнала на стандартном (4,75") компакт-диске.

CD-DA (Compact Disc Digital Audio — компакт-диск с цифровой записью звука) — формат цифровой записи звука, применяемый в звуковых компакт-дисках. CD-DA использует частоту дискретизации (квантования), равную 44,1 КГц, и хранит 16 бит информации в каждой выборке. Звук формируется с помощью специальной микросхемы на накопителе CD-ROM. Для пятнадцатиминутной записи звука требуется 80 Мбайт. Звук формата CD-DA с частотой дискретизации 44,1 КГц является звуком наилучшего качества, который может быть получен с помощью мультимедиа.

CD-R (Compact Disc Recordable — компакт-диск с возможностью перезаписи) — компакт-диск, на который можно перезаписывать информацию несколько раз. Технология CD-R используется для массового производства приложений мультимедиа. Диски CD-R совместимы с CD-ROM, CD-ROM XA и аудио компакт-дисками.

CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory — компакт-диск только для чтения) — компакт-диск с большим объемом информации. CD-ROM разработали фирмы Philips и Sony в 1983 году. Современные диски CD-ROM содержат приблизительно 600 Мбайт информации. Быстродействие накопителей CD-ROM ниже быстродействия жестких дисков. Время доступа составляет 380 мс и выше, а скорость передачи данных — около 1,2 Мбит/с.

CD-ROM XA (Compact Disc Read-Only Memory eXtended Architecture — накопитель CD-ROM с расширенной архитектурой) — стандарт XA был разработан фирмами Sony, Philips и Microsoft в 1988 году. Такое устройство, помимо считывания информации с компакт-диска, поддерживает звуковое воспроизведение с аудио компакт-диска. Накопители без XA поддерживают либо звуковое воспроизведение, либо пересылку данных, но не то и другое сразу.

CD-RW (Compact Disc ReWritable — перезаписываемый компакт-диск) — тип компакт-диска, который можно перезаписывать как минимум несколько тысяч раз. Накопитель CD-RW может считывать данные с компакт-дисков, а также считывать и записывать данные на диски CD-R.

CD-WO (Compact Disc Write Once — компакт-диск с однократной записью) — тип записываемого компакт-диска, который, записав один раз, можно считывать неограниченное количество раз. Этот тип дисков часто называют **CD-WORM**, или CD-R.

CD-WORM — см. *CD-WO*.

CERN — европейская лаборатория практической физики в Женеве, где в 1989 году впервые была продемонстрирована World Wide Web.

CGA (Color Graphics Adapter — цветной графический адаптер) — тип адаптера дисплея, представленный фирмой IBM 12 августа 1981 года. Этот адаптер поддерживает текстовый и графический режимы. В текстовом режиме максимальное разрешение — 80×25 символов и 16

цветов. Символ образуется матрицей размером 8×8 пикселей. Графический режим поддерживает максимальное разрешение 320×200 пикселей и 16 цветов или 640×200 пикселей и 2 цвета.

CHS (Cylinder, Head, Sector — цилиндр, головка, сектор) — сектор головного цилиндра. Это термин для описания схемы, используемой BIOS для доступа к накопителям IDE, емкость которых не больше 528 Мбайт. См. также *LBA*.

CIF (Common Image Format — общий формат изображений) — стандарт, описывающий информацию в одном кадре в цифровом телевидении стандарта HDTV.

CISC (Complex Insrtruction-Set Computer — компьютер с полной системой команд) — компьютер, который оперирует большим количеством инструкций процессора. Большинство современных компьютеров, включая процессоры Intel 80xxx, относится к этой категории. Процессор CISC имеет расширенное множество инструкций, каждая из которых требует нескольких (или многих) циклов для выполнения (в отличие от процессора RISC, имеющего гораздо меньше инструкций, которые быстро выполняются).

Cluster (кластер) — группа секторов диска, формирующих один блок информации на диске для операционной системы. Размер кластера устанавливается программой DOS во время форматирования диска.

CLV (Constant Linear Velocity — постоянная линейная скорость) — формат оптической записи, при котором интервалы между данными одинаковы на всем диске, а скорость вращения диска зависит от того, какая дорожка считывается в конкретный момент. На внешних дорожках диска размещено больше секторов данных, чем на внутренних дорожках. Накопитель CLV вращается быстрее при записи возле центра диска и медленнее — при записи у края. Отрегулировав вращение, можно максимизировать объем данных, записываемых на диск. CLV используется для записи компакт-дисков.

CMOS — технология ИС, требующих для работы малого количества энергии. В системах AT для хранения данных о конфигурации системы используется питающаяся от батареи микросхема CMOS-памяти.

CMYK (Cyan Magenta Yellow Black — голубой пурпурный желтый черный) — стандартная четырехкрасочная модель для печати.

COBOL (COmmon Business-Oriented Language) — язык программирования высокого уровня для решения экономических задач. Обычно используется на больших ЭВМ, но, вероятно, никогда не будет популярным на компьютерах меньших размеров.

CODEC (COder-DECoder) — устройство, которое преобразует звуковые аналоговые сигналы в цифровые, доступные большинству современных цифровых передающих систем, и поступающие цифровые сигналы — в аналоговые.

COMDEX — самое большое в мире компьютерное коммерческое шоу и самые большие конференции.

Command.com — файл операционной системы, который во время начальной загрузки загружается последним. Интерпретатор команд пользователя и загрузчик программ DOS.

COM-порт — последовательный порт на ПК, соответствующий стандарту RS-232. См. также *RS-232*.

Config.sys — конфигурационный файл DOS для задания начальных установок во время загрузки системы. Этот файл может загружать драйверы устройств, устанавливать количество буферов DOS и т.д.

CP/M (Control Program/Microcomputer — управляющая программа/микрокомпьютер) — операционная система первых моделей персональных компьютеров, созданная Гарри Килделлом (Gary Kildall), основателем Digital Research. Применялась в старых 8-разрядных микрокомпьютерах, в которых использовались микропроцессоры 8080, 8085 и Z-80.

CPS (Characters Per Second — символов в секунду) — скорость передачи данных, определяемая количеством передаваемых в секунду символов и количеством битов в символе. Напри-

мер, при передаче со скоростью 2400 бит/с (bps) 8-разрядные символы с битами начала и конца (10 бит в символе) передаются со скоростью около 240 символов в секунду (cps).

CPU (Central Processing Unit — центральное процессорное устройство) — центральный процессор (или ЦП). Компьютерная микропроцессорная интегральная схема, управляющая всей системой.

DAT (Digital Audio Tape — лента для цифровой звукозаписи) — кассета с узкой лентой для хранения большого объема цифровой информации, иногда называемая 4-миллиметровой лентой. Технология DAT была предложена в Европе и Японии в 1987 году как способ осуществления высококачественной цифровой звукозаписи. Одна кассета DAT может содержать от 1 до 8 Гбайт данных.

DB-25 — 25-штырьковый разъем; используется главным образом для последовательных портов в ПК.

DB-9 — 9-штырьковый разъем; используется главным образом для параллельных портов в ПК.

DC (Direct Current) — постоянный ток. Обычно обеспечивается источником питания или батареями.

DC-600 (Data Cartridge) — накопитель для хранения данных, изобретенный фирмой 3M в 1971 году, в котором используется магнитная лента шириной ¼" и длиной 600 футов.

DDE (Dynamic Data Exchange — динамический обмен данными) — способ передачи данных, используемый Microsoft Windows для обмена командами или данными между двумя активными приложениями. Этот способ был усовершенствован за счет использования объектов OLE (Object Linking and Embedding — встраивание и связывание объектов).

DEBUG — название программной утилиты DOS, которая используется для специальных целей, например для изменения местоположения информации в памяти, трассировки, изменения программ и т.д.

DIMM (Dual Inline Memory Module — двухсторонний модуль памяти) — 168-контактный модуль памяти, используемый в новейших системах Pentium; выпускается в нескольких версиях.

DIP — семейство прямоугольных плоских перемычек для использования в системных платах.

DLL (Dynamic Link Library) — выполняемый программный модуль Microsoft Windows, загружаемый только при необходимости (по запросу).

DMA (Direct Memory Access) — см. *прямой доступ к памяти*.

DOS — дисковая операционная система. Содержащийся на диске набор программ, включающий процедуры, которые позволяют системе и пользователю управлять информацией и ресурсами аппаратного обеспечения компьютера.

Double Density (DD) — двойная плотность записи информации на дискету в формате MFM с восемью или девятью секторами на дорожке.

DPMI (DOS Protected Mode Interface — интерфейс защищенного режима DOS) — промышленный стандарт, который позволяет DOS-приложениям выполняться в защищенном режиме процессоров Intel 286 и выше; эта спецификация была предложена фирмой Intel.

DPMS (Display Power Management Signaling — система управления питанием монитора) — VESA-стандарт монитора или дисплея, сигнализирующий о переключении в режим пониженного потребления энергии: ожидание и остановка.

DRAM — динамическое оперативное запоминающее устройство. Распространенный тип компьютерной памяти. Чипы такой памяти малы по размерам и сравнительно недороги, поскольку для хранения одного бита информации используется один транзистор и один конденсатор. Конденсатор должен перезаряжаться каждые 15 мс или около того (сотни раз

в секунду). При отключении питания или без регулярных циклов обновления записанная информация будет потеряна.

DSP (Digital Signal Processor — цифровой сигнальный процессор) — специализированный процессор, используемый в модемах, звуковых адаптерах, спутниковых телефонах и других устройствах.

DVD (Digital Versatile Disk — цифровой универсальный диск) — новый тип высокоемких дисков и накопителей CD-ROM; используется стандартный оптический диск. Объем одной стороны в одном слое может достигать 4,7 Гбайт, двухслойный односторонний диск может иметь объем 8,5 Гбайт. При использовании двухсторонней двухслойной записи емкость диска может составлять 17 Гбайт. Накопитель DVD может считывать обычные аудио компакт-диски, а также CD-ROM.

DVI (Digital Video Interactive — цифровое интерактивное видео) — стандарт сжатия данных, который был разработан RCA Laboratories, а затем продан фирме Intel в 1988 году. DVI преобразует наборы цифровых данных, обычное видео, звук, графические и специальные эффекты в сжатый формат. Это наиболее "интеллектуальный" аппаратный способ сжатия данных, используемый в приложениях мультимедиа.

D-канал — в сети ISDN канал 16 Кбит/с, используемый для передачи контрольных данных.

ECC (Error Correcting Code — коды коррекции ошибок) — тип системной памяти и кэша, который может обнаруживать и устранять некоторые ошибки памяти не прерывая процесс доступа к памяти.

ECP (Enhanced Capabilities Port — порт с улучшенными возможностями) — тип высокоскоростного параллельного порта, разработанного фирмами Microsoft и Hewlett-Packard. Для реализации этого параллельного порта используются специальные аппаратные средства.

EEPROM — перепрограммируемое ПЗУ. Информация, записанная в EEPROM, может быть стерта и перепрограммирована непосредственно в самом компьютере, без применения дополнительного оборудования.

EGA (Enhanced Graphics Adapter — расширенный графический адаптер) — тип видеоадаптеров ПК, впервые представленный IBM 10 сентября 1984 года. Этот адаптер может работать в текстовом и графическом режимах. Текст представляется с максимальным разрешением 80×25 символов, при этом каждый символ может иметь один из 16 цветов и выводиться в матрице 8×25 пикселей. Графический режим поддерживает максимальное разрешение 640×350 пикселей и 16 цветов (выбираемых из 64). На выход EGA поступает цифровой сигнал с частотой горизонтального сканирования 15,75, 18,432 или 21,85 КГц.

EIA (Electronic Industries Association — Ассоциация электронной индустрии) — организация, которая определяет электронные стандарты в Соединенных Штатах Америки.

EIDE — предложенная Western Digital реализация спецификации ATA-2. См. *ATA-2*.

EISA — расширенная архитектура шины ISA, разработанная IBM для компьютеров AT. Архитектура EISA была поддержана Compaq Corporation, а позже — еще восемью производителями (AST, Epson, Hewlett-Packard, NEC, Olivetti, Tandy, Wyse и Zenith).

EMM (Expanded Memory Manager — диспетчер расширенной памяти) — драйвер, обеспечивающий программный интерфейс с расширенной (expanded) памятью. Такие драйверы, как правило, создаются для конкретных плат расширенной памяти, но могут использовать возможности управления памятью на 386 или более мощном процессоре для эмуляции платы расширенной памяти. Одним из таких драйверов является Emm386.exe из поставки DOS.

EMS (Expanded Memory Specification — спецификация расширенной памяти) — спецификация доступа к расширенной памяти, разработанная фирмами Lotus, Intel и Microsoft. Диспетчер (драйвер) EMS обеспечивает доступ максимум к 32 Мбайт расширенной памяти с помощью небольшого окна в основной памяти (обычно — 64 Кбайт). EMS предлагает довольно

сложную схему доступа, предназначенную преимущественно для систем с процессорами 286 и ниже, которые не могли получить доступ к расширенной памяти.

Energy Star — спецификация компьютеров, которые поддерживают режим экономного потребления электроэнергии. Компьютеры, сертифицированные как "Energy Star", могут потреблять до 30 Вт электроэнергии в периоды продолжительного простоя. Такие компьютеры также называются "зелеными ПК".

EPP (Enhanced Parallel Port — улучшенный параллельный порт) — тип параллельного порта, разработанный фирмами Intel, Xircom и Zenith Data Systems, который позволяет передавать данные со скоростью, практически равной скорости передачи данных по шине ISA.

EPROM — перепрограммируемое ПЗУ. Обычно стирается с помощью ультрафиолетовых лучей, а записывается с помощью более высокого напряжения.

ESCD (Extended System Configuration Data — дополнительные данные конфигурации системы) — область памяти, где хранится информация об устройствах Plug and Play.

ESDI (Enhanced Small Device Interface — улучшенный интерфейс малых устройств) — улучшенный стандарт аппаратного обеспечения, разработанный фирмой Maxtor и консорциумом из 22 фирм-производителей жестких дисков; обеспечивается скорость передачи данных 10–24 Мбит/с.

Ethernet — один из наиболее распространенных протоколов локальных компьютерных сетей.

Expanded memory — см. *расширенная память*.

Extended memory — см. *дополнительная память*.

Extra-high Density (ED) — сверхвысокая плотность записи информации на дискету с 36 секторами на дорожке.

Fast ATA — См. *ATA-2*.

FAT (File Allocation Table — таблица размещения файлов) — таблица в начале диска, в которой содержится информация о занятых и свободных ячейках (кластерах) дисковой памяти, а также о размещении файлов на диске.

FAT 32 — файловая система, разработанная фирмой Microsoft; используются 32-разрядные записи FAT вместо 16-разрядных. Размер раздела может достигать 2 Тбайт. Эта файловая система поддерживается в операционной системе Windows 95 OSR2, Windows 98, а также планируется в Windows NT 5.0.

Fdisk — название программы, которая разбивает диск на разделы и создает таблицу разделов диска для использования операционной системой.

FIFO (First-In First-Out — первым вошел, первым вышел) — метод хранения и получения данных из списка, при котором первый записанный элемент будет прочитан первым.

Flash ROM — тип памяти EEPROM, разработанной фирмой Intel, которая может быть удалена и перепрограммирована в самой системе. См. *EEPROM*.

FM-синтез — технология, используемая для имитации характерного звука музыкальных инструментов.

Format — программа DOS для форматирования дисков. На дискетах она выполняет низкоуровневое и высокоуровневое форматирование, а на жестких дисках — только высокоуровневое. Диск проверяется на наличие дефектов, и создается таблица размещения файлов (FAT), в которой указаны свободные недефектные ячейки памяти (кластеры) для хранения информации.

FORTRAN (FORmula TRANslator — транслятор формул) — язык программирования высокого уровня для программ, оперирующих в основном математическими формулами и выражениями. Используется преимущественно в научных и технических приложениях. Один из старейших языков, который все еще широко распространен благодаря большому набору математических функций, простоте оперирования с массивами, матрицами и циклами.

FORTRAN был разработан в IBM Джоном Бакусом (John Backus) в 1954 году, а первая написанная на нем программа была выполнена Харланом Херриком (Harlan Herrick).

FTP (File Transfer Protocol — протокол передачи файлов) — метод передачи файлов в Internet.

GIF (Graphics Interchange Format — формат графического обмена) — самый популярный формат графических файлов, разработанный CompuServe. Использует LZW-метод сжатия с отношением приблизительно от 1,5:1 до 2:1.

GUI (Graphical User Interface — графический пользовательский интерфейс) — программный интерфейс, который позволяет пользователям давать команды и выбирать функции, указывая на пиктограммы устройством указания типа мыши или клавиатуры.

High Density (HD) — высокая плотность записи информации на дискету в формате MFM с 15 или 18 секторами на дорожке.

HMA (High Memory Area — верхняя область памяти) — первые 64 Кбайт дополнительной памяти (сразу после первого мегабайта), которые обычно контролируются драйвером Himem.sys. Программы реального режима могут загружаться в область HMA для освобождения основной памяти. Обычно DOS 5.0 и более поздние версии используют HMA для уменьшения занимаемого системой объема основной памяти.

HST (High-Speed Technology — высокоскоростная технология) — высокоскоростная схема сигналов модема, разработанная USRobotics как временный протокол (пока протокол V.32 не может быть реализован более дешевым способом). Используется специальный метод модуляции для более надежной защиты сигналов от сбоев телефонной линии на скорости 4800 бит/с и выше.

HTML (HyperText Markup Language) — язык описания и форматирования страниц Web. HTML позволяют совмещать графику с текстом, изменять положение текста и создавать гипертекстовые документы, содержащие связи с другими документами.

HTTP — метод просмотра страниц Web (написанных на HTML). Обычно используется программами-броузерами.

I/O (Input/Output — ввод/вывод) — способ подключения процессора и внешних устройств.

Ibmbio.com — один из файлов DOS, необходимый для загрузки машины. В процессе загрузки этот файл загружается первым. Содержит расширение функций ROM BIOS.

Ibmdos.com — один из файлов DOS, необходимый для загрузки машины. Содержит процедуры DOS. Загружается файлом Ibmbio.com, после чего загружает Command.com.

IDE — интерфейс работы с жестким диском с интегрированным в него контроллером. Также обозначает стандарт интерфейса ATA и стандарт для подключения жестких дисков к шине ISA IBM-совместимых компьютеров. См. также *ATA*.

Interlacing — метод сканирования строк пикселей на экране монитора, также называемый чересстрочной разверткой. Сначала сканируются нечетные строки, затем луч возвращается в начальную точку и сканируются четные строки. Такая развертка создает одно изображение в два этапа. Вследствие этого дополнительного сканирования экраны с разверткой *interlaced* часто бывают мерцающими.

Interleave — количество секторов, пропускаемых головками чтения/записи перед появлением сектора со следующим номером. Например, если *interleave* равен 3:1, после чтения одного сектора следующих два пропускаются, третий считывается, опять два пропускаются и т.д. Если *interleave* равен 1:1, то сектора расположены подряд один за другим.

Internet — компьютерная сеть, соединяющая государственные, учрежденческие и частные компьютеры. В этой сети используется протокол TCP/IP.

Io.sys — один из файлов DOS, необходимый для загрузки компьютера. В процессе загрузки первым загружается с диска. Содержит расширение функций ROM BIOS.

IPX — протокол локальных сетей Novell NetWare, используемый для передачи данных между сервером и рабочей станцией.

IRQ — физическое соединение между внешними устройствами и контроллером прерываний. Линия IRQ используется для привлечения внимания системы, когда внешнее устройство нуждается в обработке.

ISA — архитектура шины, впервые представленная как 8-разрядная шина в оригинальном компьютере IBM PC в 1981 году и позднее расширенная до 16-разрядов в компьютере IBM PC/AT в 1984 году. Разъем шины ISA в настоящее время есть практически в каждом компьютере.

ISDN — международный телекоммуникационный стандарт, который позволяет использовать канал для передачи цифровых данных, включая голосовую и видеоинформацию.

ISO (International Standards Organization) — Международная организация по стандартам, находящаяся в Париже, которая разрабатывает стандарты для международных и национальных коммуникаций. Представителем США в ISO является Американский национальный институт по стандартам (ANSI).

ISO 9660 — международный стандарт, определяющий файловую систему дисков CD-ROM, независимо от операционной системы.

ITU (International Telecommunication Union — международный телекоммуникационный союз) — международный комитет при ООН, ранее называвшийся CCITT, призванный определять рекомендации в области телекоммуникаций.

Java — объектно-ориентированный язык программирования, подобный C или C++. Java был разработан в Sun Microsystems и используется для создания сетевых приложений.

JEDEC (Joint Electron Devices Engineering Council) — Объединенный совет инженеров по электронным устройствам, который устанавливает стандарты для электронной индустрии.

JPEG (Joint Photographic Experts Group) — объединенная группа экспертов по фотографии. Стандарт сжатия данных, который изначально был разработан для изображений и может сжимать как видео в реальном режиме времени (30 кадров в секунду), так и анимацию. При сжатии теряется информация, считающаяся избыточной, так что результат получается несколько измененным по сравнению с оригиналом.

Jumper (перемычка) — маленькая, заключенная в пластиковый корпус, металлическая пластина, которая находится между двумя металлическими выводами на плате и замыкает их.

Kermit — протокол, разработанный для передачи файлов между микрокомпьютерами и мэйнфреймами.

Kernel — компонент ядра операционной системы.

KFlex — разработанный фирмой Rockwell собственный стандарт передачи данных модемом на скорости 56 Кбит/с и реализованный несколькими производителями модемов. Для модемов 56 Кбит/с принят стандарт *V.90*.

LBA (Logical Block Addressing — адресация логического блока) — метод, используемый устройствами SCSI и IDE для преобразования номеров цилиндра, головки и сектора в значения, которые могут использоваться расширенной BIOS. LBA применяется для дисковых накопителей объемом, бо́льшим 528 Мбайт.

LCD (Liquid Crystal Display — жидкокристаллический дисплей) — дисплей, использующий жидкий кристалл, который находится между двумя пластинами поляризованного стекла. Поляризация жидкого кристалла изменяется под воздействием электрического тока таким образом, что он пропускает меньше света, нежели без такого воздействия. Поскольку дисплеи на жидких кристаллах не излучают свет, за ними размещают отражающую пластину или источник рассеянного света.

LIF — тип разъема, для вставки корпуса микросхемы в который требуется минимальное усилие.

LZH (Lempel Zev Welch) — схема сжатия, используемая в формате файлов GIF.

MCA — архитектура шины, разработанная IBM для компьютеров PS/2 и представленная 2 апреля 1987 года. Допускается общение нескольких процессоров с одной шиной; MCA оптимизирована для многозадачности и многопроцессорных систем.

MCGA — видеоадаптер, представленный IBM 2 апреля 1987 года, который поддерживает текстовый и графический режимы. В текстовом режиме поддерживается максимальное разрешение 80×25 символов и 16 цветов, при этом каждый символ образуется матрицей размером 8×16 пикселей. Графический режим поддерживает максимальное разрешение 320×200 пикселей и 265 цветов (всего в палитре 263 144 цвета) или 640×480 пикселей и 2 цвета.

MCI — интерфейс управления устройствами мультимедиа и файлами. MCI является частью расширения мультимедиа и предлагает стандартный набор команд пользовательского интерфейса, используемого для записи и воспроизведения звука и анимации.

MDA — видеоадаптер монохромного дисплея, представленный IBM 12 августа 1981 года, который поддерживает только текстовый режим. В этом режиме поддерживается максимальное разрешение 80×25 символов и 4 цвета; матрица символа имеет размер 9×14 пикселей. Графический режим не поддерживается. В MDA-адаптерах IBM также есть параллельный порт принтера.

MIDI — интерфейс подключения музыкальных инструментов к микрокомпьютерам и стандарт формата файлов для хранения данных, поступающих от музыкальных инструментов. Операции, выполняемые инструментами, могут быть зафиксированы, сохранены, отредактированы и воспроизведены. В файлах MIDI содержится информация о нотах, длительности звучания ноты, громкости и типе инструментов. Программа смесителя MIDI используется для управления такими функциями MIDI, как запись, воспроизведение и редактирование. Файлы MIDI хранят информацию о нотах, а не о звуках.

MIPS (Million Instruction Per Second — миллион инструкций в секунду) — количество инструкций машинного языка, которые может выполнить компьютер за одну секунду; используется для оценки быстродействия различных типов систем.

MMX — 57 дополнительных инструкций в микропроцессорах фирмы Intel, которые разработаны для улучшения производительности функций мультимедиа процессора.

MNP — асинхронный, контролирующий ошибки и сжимающий данные протокол, разработанный Microcom, Inc. Обеспечивает безошибочную передачу информации. Большинство высокоскоростных модемов соединяется по MNP, если не доступен V.42bis.

MPC (Multimedia Personal Computer) — спецификации компьютеров, на которых может выполняться программное обеспечение мультимедиа; разработан фирмами Tandy Corporation и Microsoft. В 1995 году был представлен стандарт MPC 3 (процессор Pentium 75 МГц, 8 Мбайт ОЗУ, жесткий диск 540 Мбайт, 16-разрядная звуковая карта, видеоадаптер, поддерживающий 65 536 цветов, четырехскоростной накопитель CD-ROM, операционные системы Microsoft Windows 3.1 и DOS 6.1 или выше).

MPEG — стандарт сжатия видео и аудио среднего качества. При сжатии удаляются лишние данные, в результате чего качество немного ухудшается.

MPR — шведский стандарт на излучение мониторов; последняя версия называется MPR II.

Msdos.sys — один из системных файлов DOS, необходимый для загрузки компьютера. Его загружает Io.sys, а сам он загружает Command.com.

MTTR — возможное значение времени, которое будет затрачено на ремонт конкретного устройства (обычно приводится в часах).

NetBEUI — сетевой протокол; используется в основном в Windows NT и малых сетях.

NetBIOS — самый распространенный сетевой протокол, разработанный фирмой IBM и Sytek для локальных компьютерных сетей.

North Bridge — термин для обозначения части системной логики для портативных систем. Термин предложен фирмой Intel; функционально представляет собой картридж с процессором и элементами системной логики (кэш-память, память, контроллер AGP).

NTSC — комитет по стандартам национального телевидения, который руководит стандартами записи и воспроизведения видео в Соединенных Штатах Америки. NTSC был создан в 1941 году, когда телетранслирующие компании получили широкое распространение, и назван RS-170A (сейчас переименован в NTSC). Стандарт NTSC предлагает 525 строк развертки и передает 60 полукадров в секунду. Сгенерированный сигнал составляется из сигналов красного, зеленого и синего цветов и включает частоту FM для звука и сигнал — для стерео. Двадцатью годами позже более качественный стандарт был адаптирован к европейским системам PAL и SECAM, которые совместимы со стандартом NTSC, действующим в Северной Америке.

NVRAM — память, которая может хранить данные без подачи питания. Используется в качестве флэш-памяти.

OCR (Optical Character Recognition — оптическое распознавание символов) — технология распознавания текста из графического изображения. Обычно для ввода изображения текстовой страницы используется сканер, а программное обеспечение OCR переводит изображение в текстовую информацию.

OEM (Original Equipment Manufacturer — производитель оригинального оборудования) — любой производитель, продающий продукцию посреднику. Обычно этот термин относится к самому первому производителю конкретного устройства.

OLE (Object Linking and Embedding — связывание и внедрение объектов) — расширение первоначального протокола динамического обмена данными (DDE), который позволяет встраивать или связывать данные, созданные одним приложением, в документ, созданный другим приложением, а также редактировать данные окончательного документа.

Online fallback — возможность высокоскоростных модемов следить за качеством линии и переключаться на более низкую скорость при ухудшении качества линии. При улучшении качества линии модем снова переключается на более высокую скорость.

OS/2 — универсальная операционная система, разработанная фирмами IBM и Microsoft Corporation. OS/2 использует операции защищенного режима процессора для расширения памяти от 1 Мбайт до 4 Гбайт и для поддержки быстрой и эффективной многозадачности.

Overdrive — торговая марка Intel для модернизированных процессоров.

PAL — система телетрансляции, изобретенная в 1961 году, которая используется в Англии и других странах Европы. Благодаря изображению, состоящему из 625 строк развертки при 25 кадрах в секунду, PAL обеспечивает более высокое качество и лучшую передачу цвета, нежели система NTSC, используемая в Северной Америке.

Pascal — язык программирования высокого уровня, названный в честь французского математика Блеза Паскаля (Blaise Pascal) (1623–1662). Разработан в начале 1970 года Никлаусом Виртом (Niklaus Wirth) для обучения программированию и предназначен для поддержки концепций структурного программирования.

PCI (Peripheral Component Interconnect) — спецификация шины, разработанная фирмой Intel; работает на более высокой частоте, чем ее предшественница (ISA).

PCL (Printer Control Language — язык управления принтером) — разработанный в 1984 году фирмой Hewlett-Packard, язык для принтера HP LaserJet. Это язык стал стандартом de facto для ПК-принтеров. PCL определяет стандартный набор команд, с помощью которого приложения могут подключаться к HP- или HP-совместимым принтерам.

PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association — Международная ассоциация плат памяти персональных компьютеров) — некоммерческая ассоциация, основанная в 1989 году для стандартизации плат ПК, адаптеров расширения, имеющих размеры кредитной карточки, и портативных компьютеров. Официальной торговой маркой PCMCIA яв-

ляется PC Card, однако для обозначения этого стандарта используется и "PCMCIA card", и "PC Card". Платы PCMCIA представляют собой заменяемые модули, в которых могут содержаться различные типы устройств, включая память, модемы, факс-модемы, радиопередатчики, сетевые адаптеры и жесткие диски.

Pentium — микропроцессор фирмы Intel с 32-разрядными регистрами, 64-разрядной шиной данных и 32-разрядной адресной шиной. Pentium имеет встроенный кэш уровня 1, сегментированный на 8 Кбайт для кода и 8 Кбайт для данных. Pentium имеет математический сопроцессор, обладает обратной совместимостью с процессором 486 и может работать в реальном, защищенном и виртуальном режимах.

Pentium II — микропроцессор фирмы Intel, представляющий объединение Pentium Pro с технологией MMX. Заключен в корпус с единственным рядом расположенных по периметру контактов (Single Edge Contact — SEC).

Pentium III — новейший микропроцессор фирмы Intel, анонсированный в 1999 году.

Pentium Pro — микропроцессор фирмы Intel с 32-разрядными регистрами, 64-разрядной шиной данных и 36-разрядной адресной шиной. Pentium Pro имеет такой же сегментированный кэш уровня 1, как и Pentium, но включает 256 или 512 Кбайт кэша уровня 2, выполненного в том же модуле. Pentium Pro имеет математический сопроцессор, обладает обратной совместимостью с Pentium и может работать в реальном, защищенном и виртуальном режимах.

PGA — корпус микросхемы с множеством контактов снизу. Также может обозначать профессиональный графический адаптер IBM (этот продукт выпускается в ограниченном количестве).

Photo CD — технология хранения изображения фотографий на перезаписываемом компакт-диске CD-R, разработанная фирмами Eastman Kodak и Phillips. Максимальное разрешение сохраняемых изображений — 2 048×3 072 пикселей. На диске может быть записано до ста изображений в реальном (24-разрядном) цвете. Оцифрованные изображения индексируются (им присваивается четырехзначный цифровой код).

PIF (Program Information File — файл информации о программе) — файл, содержащий информацию о параметрах не Windows-приложений, которые запускаются под управлением операционной системы Windows.

Plug and Play (P&P) — разработанная Intel спецификация аппаратного и программного обеспечения, позволяющая системам и адаптерам P&P автоматически настраивать друг друга.

POST (Power-On Self Test — самотестирование при включении питания) — серия тестов, выполняемых компьютером при включении питания.

PostScript — описывающий страницы язык преобразования данных и их передачи на лазерный принтер. PostScript вместо стандартной передачи на принтер информации о графике или символах, при которой указывается положение точек на странице, предлагает лазерному принтеру самостоятельно интерпретировать математически полную страницу образов и кривых.

PPGA (Plastic Pin Grid Array) — используемая фирмой Intel форма корпуса микросхем.

PPP — протокол, позволяющий компьютеру подсоединяться к Internet с помощью обычной телефонной линии и высокоскоростного модема. PPP — это новый стандарт, пришедший на смену SLIP. PPP менее распространен, чем SLIP, однако его популярность неуклонно растет.

PROM (Programmable Read-Only Memory — программируемое, постоянное, запоминающее устройство) — тип памяти, которая может быть запрограммирована для постоянного хранения информации (информация не может быть удалена).

PUN (Physical Unit Number — номер физического модуля) — термин для описания устройств, подключенных непосредственно к шине SCSI. Также известен как SCSI ID. К одной шине SCSI может быть присоединено восемь SCSI-устройств, и каждое из них должно иметь уникальный PUN или ID со значением от 7 до 0. Обычно основному адаптеру SCSI присваивается самый высокоприоритетный ID, равный 7. Жесткому диску, с которого выполняется

загрузка, присваивается ID 6, а другим незагрузочным устройствам присваиваются более низкие значения.

QAM — способ модуляции, используемый в высокоскоростных модемах, которые комбинируют фазовую и амплитудную модуляцию. Позволяет кодировать несколько битов в одном временном интервале. Стандарт V.32bis кодирует шесть битов данных и дополнительный бит для каждого сигнала обмена.

QIC — ассоциация индустриальных стандартов, которая устанавливает стандарты для аппаратного и программного оборудования упаковки информации, использующего накопители на ленте шириной в четверть дюйма.

RFI — высокочастотный сигнал, излучаемый неправильно экранированным проводником, обычно путь сигнала сравним с длиной волны сигнала или больше его.

RGB (Red Green Blue — красный зеленый синий) — тип выходного сигнала цветного монитора компьютера, который состоит из трех сигналов — красного, зеленого и синего.

RISC (Reduced Instruction-Set Computer) — компьютер с ограниченным набором команд. RISC-процессоры имеют простой набор инструкций, требующих для выполнения всего одного или нескольких циклов. Эти простые инструкции при соответствующем программном обеспечении выполняются быстрее инструкций системы CISC.

ROM BIOS — BIOS, записанная в ПЗУ.

RS-232 — стандарт интерфейса, представленный в августе 1969 года Ассоциацией электронных индустрий, который описывает подсоединение периферийных устройств к компьютерам.

SCSI (Small Computer System Interface — интерфейс систем малых компьютеров) — стандарт подключения устройств. Обычно используется 50-контактный разъем и допускается последовательное подключение нескольких устройств (до восьми, включая основное).

SDRAM — тип памяти, которая работает на той же частоте, что и системная шина.

SECAM — стандарт систем телетрансляции, используемый во Франции и бывшем СССР. Используется изображение из 819 строк и обеспечивается более высокое разрешение, чем в 625-строковом PAL (британском) и 525-строковом NTSC (американском) форматах.

SIMM — модуль памяти. Массив микросхем памяти на маленькой плате с одним рядом контактов ввода-вывода.

SLIP — протокол для последовательных (телефонных) линий, разработанный для установки TCP/IP-связей между двумя компьютерами. SLIP часто используется как протокол для установления соединений по коммутируемым линиям с узловым компьютером, подключенным к Internet.

Slot 1 — разъем на системной плате для подключения процессоров Pentium II.

Slot 2 — разъем на системной плате для подключения процессоров Pentium II Xeon.

SMPTE — стандарт распознавания видеокадров при редактировании видеоизображений. Код SMPTE управляет такими функциями, как воспроизведение видеолент, запись и перемотка.

Socket 1–8 — разъем для установки на системную плату различных типов процессоров семейств 846, Pentium и Pentium Pro.

South Bridge — термин, используемый для обозначения части системной логики для портативных систем. Термин предложен фирмой Intel; функционально представляет картридж с IDE-контроллером, интерфейсом USB, шиной ISA и другими элементами.

SQL — язык реляционных баз данных, используемый преимущественно на компьютерах со средней и высокой производительностью.

SRAM — память с высокой скоростью доступа. Микросхемам SRAM не требуется цикл обновления, и поэтому они могут работать на очень высоких скоростях. Микросхемы SRAM очень дорогие; это объясняется тем, что им требуется шесть транзисторов для одного разряда. Размер микросхем SRAM больше по сравнению с микросхемами DRAM. SRAM энергозависимы — при отключении питания данные теряются.

ST-506/412 — интерфейс жесткого диска, изобретенный фирмой Seagate Technology и внедренный в 1980 году с 5-мегабайтовым жестким диском ST-506. ST-506/412 был единственным интерфейсом для IBM-совместимых систем, но его вытеснили интерфейсы ESDI, IDE и SCSI.

Standby power supply — источник резервного питания, который быстро включается в работу в случае перебоев в энергоснабжении.

SVGA (Super VGA) — монитор или видеоадаптер с разрешением 800×600. Однако под этим термином часто понимают монитор, который может обеспечить разрешение, большее, чем 640×480.

TCO (Total Cost of Ownership — суммарная стоимость владения) — стоимость использования компьютера. Сюда входит стоимость нового аппаратного и программного обеспечения, расходы на техническую поддержку и обучение персонала.

TCO — новейший шведский стандарт на излучение мониторов. См. *MPR II*.

TCP/IP — комплект протоколов, разработанных Department of Defense, предназначен для связи компьютеров через различные сети. Это базовый протокол, используемый Internet. Он был разработан в 1970 году фирмой Department of Defense's Advanced Research Projects Agency как стандартный протокол для армии. TCP/IP поддерживается многими производителями мини-компьютеров, персональных компьютеров, универсальных вычислительных машин, рабочих станций и аппаратуры передачи данных.

TFT (Thin Film Transistor — тонкопленочный транзистор) — тип высококачественного цветного монитора для портативных систем. Для отображения пикселя используется от одного до четырех транзисторов.

TIFF — формат хранения изображений, разработанный Aldus Corporation, Microsoft Corporation и другими крупными поставщиками сканирующих устройств.

Token Ring — тип локальной сети, в которой рабочие станции при передаче пакета данных запрашивают опознавательный знак (маркер) в конфигурации логического кольца. Передавая данные, станция захватывает этот маркер, добавляет свои данные, а после того как данные пройдут полный круг по кольцу, освобождает маркер. Это современная высокопроизводительная локальная сеть с пропускной способностью 16 Мбит/с. Благодаря маркеру доступ к сети контролируется, в отличие от более "медленной" системы Ethernet, в которой возможны конфликты данных.

Tower (башня) — корпус персонального компьютера, который обычно устанавливается вертикально и часто размещается на полу.

True-color images — 24-разрядные цветные изображения, каждый пиксель которых представлен 24 битами данных, предлагающих 16,7 млн цветов.

TSR — резидентная программа. Поскольку такие программы остаются в памяти, их можно запустить на выполнение во время работы другой программы. Для этого нужно либо нажать определенную последовательность клавиш, либо выполнить какое-либо другое, заранее оговоренное действие.

TTL — цифровые сигналы, которые часто называют "TTL-сигналами".

UART — устройство на интегральных микросхемах, управляющее последовательным портом RS-232.

URL (Uniform Resource Locator — универсальный локатор ресурса) — основная схема именования ресурсов в World Wide Web. Представляет собой комбинацию используемого протокола и адрес узла, на котором расположен требуемый ресурс.

USB (Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина) — интерфейс со скоростью передачи данных 12 Мбит/с (1,5 Мбайт/с) по четырем проводникам. Поддерживается подключение до 127 устройств.

UTP — внутренняя проводка, часто используемая для телефонной связи или соединения устройств компьютера. Представляет собой двух- или четырехпроводную витую пару внутри гибкой изоляционной трубки и использует модульные заглушки или телефонные разъемы.

V.21 — стандарт ITU для связей через модемы со скоростью передачи до 300 бит/с.

V.22 — стандарт ITU для связей через модемы со скоростью передачи до 1200 бит/с и с оптимальной нейтрализацией сбоев при скорости до 600 бит/с.

V.22bis — стандарт ITU для связей через модемы со скоростью передачи до 2400 бит/с. Включает автоматизированный переход на аварийный режим при скорости передачи до 1200 бит/с.

V.23 — стандарт ITU для связей через модемы со скоростью передачи до 1200 или 600 бит/с и 75 бит/с — обратным каналом. Используется в Великобритании для некоторых систем видеотекста.

V.32 — стандарт ITU для связей через модемы со скоростью передачи до 9600 и 4800 бит/с. Модем V.32 уменьшает скорость передачи до 4800 бит/с при ухудшении качества линии и возвращается к 9600 бит/с при улучшении качества линии.

V.32bis — стандарт ITU, который расширяет стандарт V.32 и поддерживает скорость передачи данных 4800, 7200, 9600, 12000 и 14400 бит/с. Модемы V.32bis уменьшают скорость передачи до следующей ближайшей скорости, когда качество линии ухудшается; при необходимости скорость передачи продолжает снижаться. Когда качество линии улучшается, скорость передачи возрастает.

V.32terbo — запатентованный стандарт, предложенный несколькими производителями модемов; он дешевле быстрого протокола стандарта V.32 и поддерживает только скорость передачи до 18 800 бит/с. V.32terbo не является промышленным стандартом и, похоже, не будет иметь широкой поддержки в промышленности.

V.34 — стандарт ITU, который расширяет диапазон доступных скоростей стандарта V.32bis, поддерживая скорость передачи 28800 бит/с, а также все функции и скорости стандарта V.32bis.

V.34+ — стандарт ITU, который расширяет диапазон доступных скоростей стандарта V.34, поддерживая скорость передачи 33600 бит/с.

V.90 — стандарт ITU-T, который описывает скорость передачи 56Кбит/с; реализован фирмами U.S. Robotics (3Com) — X2, Rockwell — K56Flex.

VESA — ассоциация, основанная в конце 1980 года фирмой NEC Home Electronics и восемью другими ведущими производителями видеоплат с целью стандартизации электронных и программных средств для мониторов с разрешением 800×600, известных как Super VGA.

VGA — видеоадаптер, впервые внедренный фирмой IBM 2 апреля 1987 года, который поддерживает текстовый и графический режимы. Текстовый режим поддерживается при максимальной разрешающей способности 80×25 символов и 16 цветах (размер символа — 9×16 пикселей). Графический режим поддерживается при максимальной разрешающей способности 320×200 пикселей и 256 цветах (всего в палитре 262144 цвета) или 640×480 пикселей и 16 цветах.

VL-Bus (VESA Local Bus) — стандартный разъем в 486-компьютерах. В настоящее время заменен шиной PCI.

VMM (Virtual Memory Manager — диспетчер виртуальной памяти) — программа в операционной системе Windows, которая управляет виртуальной памятью.

VRAM — специализированный тип памяти для видеосистем. Микросхемы VRAM — это измененные микросхемы видеопамяти DRAM, в которых системному процессору и процессору видеоплаты разрешена параллельная выборка данных. Таким образом, большой объем информации может быстро передаваться между видеоплатой и системным процессором.

VxD (Virtual Device Driver — виртуальный драйвер устройства) — специальный тип драйвера в Windows. Этот драйвер использует привилегированный режим процессора, а также работает с устройствами на низком уровне.

Whetstone — разработанная в 1976 году контрольная задача для моделирования интенсивных арифметических программ, используемых в научных расчетах. Определяет производительность системы без выполнения операций ввода-вывода или системных вызовов. Написана на языке ALGOL. С конца 80-х годов стали более популярны версии, написанные на языках C и Pascal.

Wintel — общее название компьютера с процессором от фирмы Intel, работающего под управлением операционной системы Microsoft Windows.

World Wide Web (или просто Web) — основанная на гипертекстах графическая информационная система, которая позволяет пользователю получить быстрый доступ к документам, находящимся в Internet.

WORM — оптическое запоминающее устройство сверхбольшой емкости. Выполнить запись на такой диск можно только один раз. Обычно диск WORM содержит более 200 Мбайт данных.

X2 — модем фирмы U.S. Robotics (3Com), который поддерживает передачу данных на скорости 56 Кбит/с; реализация стандарта *V.90*.

x86 — общий обозначение процессоров фирмы Intel. Несмотря на то, что процессоры Pentium, Pentium Pro, Pentium II и Pentium III не имеют цифровой нумерации, они все равно являются представителями этого семейства.

XGA — тип видеоадаптера, впервые представленный фирмой IBM 30 октября 1990 года. Он поддерживает текстовый и графический режимы. При текстовом режиме поддерживается максимальное разрешение 132×60 символов и 16 цветов; каждый символ представляется матрицей 8×6 пикселей. В графическом режиме максимальное разрешение составляет 1024×768 пикселей и 256 цветов (из 262144 цветов) или 640×480 пикселей и 65536 цветов.

XMM (eXtended Memory Manager — диспетчер дополнительной памяти) — драйвер, который управляет доступом к дополнительной памяти в системах с процессором 286 и выше, например драйвер Himem.sys из поставки DOS.

XMS (eXtended Memory Specification — спецификация дополнительной памяти) — разработанный фирмой Microsoft стандарт, обеспечивающий доступ приложений реального режима к дополнительной памяти.

Y-соединитель — кабель формы Y, преобразующий исходный входной сигнал в два выходных сигнала.

ZIF — разъем, для вставки микросхемы в который не требуется усилий.

Аббревиатура — слово, образованное из первых (или нескольких первых) букв словосочетания. Например, "CPU" — аббревиатура от "Central Processing Unit", "ЦП" — от "центральный процессор". В данном словаре содержатся толкования аббревиатур, принятых в индустрии персональных компьютеров.

Аварийное завершение — непредусмотренное завершение программы или задачи вследствие ошибки или общего сбоя системы.

Авария головки — довольно редкое явление, когда головки чтения/записи касаются поверхности диска, что вызывает порчу его магнитной поверхности.

Авария — неисправность, которая приводит к остановке работы. Обычно аварийная ситуация возникает из-за неполадок в программном обеспечении. В большинстве случаев вы можете перезапустить устройство, повторив начальную загрузку. Однако, если авария случилась с головкой накопителя, будет поврежден диск и, возможно, потеряны данные. См. также *авария головки*.

Автоматическая парковка головок — энергонезависимый способ парковки головок диска. Автоматически паркуются все головки, приводы которых перемещаются катушками индуктивности.

Автоматический набор номера — возможность набирать телефонный номер без вмешательства пользователя, реализованная в модеме.

Автоответ — режим работы модема, при котором последний отвечает на телефонные вызовы автоматически.

Автоответчик — режим работы модема, при котором выполняется автоматический ответ на поступающие по телефонной линии звонки.

Автоповтор набора номера — повтор набора номера модемом, в случае, если номер был занят или не отвечал. Эта возможность обеспечивается соответствующим программным обеспечением модема.

Адаптер — устройство сопряжения системы и подсоединенных к ней устройств.

Адрес порта — один из системных адресов, используемый компьютером для доступа к устройствам, например к дисковым накопителям или принтеру. При установке адаптера в системный модуль можно указать любой неиспользуемый адрес порта.

Адрес — местоположение ячейки памяти компьютера, в которую записаны конкретные данные. Также может указывать на место расположения последовательности инструкций в памяти.

Адресат — устройство, подсоединенное к шине SCSI, которое принимает и обрабатывает команды, переданные другим устройством на шину SCSI, например жесткий диск SCSI.

Адресация всех точек — режим работы ПК, при котором управление выводом изображения на экран монитора может выполняться пользователем или программой поточечно.

Адресация логического блока — используемый SCSI- и IDE-устройствами способ перевода значений цилиндра, головки и сектора в значения, используемые расширенной BIOS. Адресация логического блока применяется для устройств с объемом более 528 Мбайт и приводит к тому, что BIOS переводит логические параметры диска в параметры, которые может использовать системная BIOS.

Адресная шина — один или более проводников электрического тока, используемых для передачи кодированного в двоичной системе счисления значения адреса от микропроцессора.

Аккумулятор — регистр временного хранения, в котором хранится результат выполненной операции.

Активная матрица — тип экрана портативных компьютеров. Для отображения одного пикселя на экране используется минимум один транзистор. В цветных экранах для отображения красного, зеленого и синего цветов используется три транзистора, по одному на каждый цвет. См. *TFT*.

Актуатор — устройство в накопителе для перемещения головок чтения/записи над поверхностью диска. Также известен как *механизм доступа*.

Ампер — единица измерения силы электрического тока. Обозначается А.

Аналоговая петля — способ тестирования модема, при котором данные с клавиатуры отправляются в модем, преобразуются в аналоговую форму, передаются приемнику, преобразуются в цифровую форму и отображаются на экране монитора. Теперь их можно сравнить с переданными символами.

Аналогово-цифровой преобразователь — устройство для преобразования аналогового сигнала в цифровую форму.

Аналоговые сигналы — непрерывно изменяющиеся электрические сигналы, допускающие бесконечное множество значений. Аналоговые устройства подвержены искажениям и шумам; однако эти, сравнительно простые устройства могут использоваться для обработки

сложных сигналов. Аналоговым устройствам противопоставляются цифровые, в которых сигнал может принимать ограниченное число значений.

Анимация — процесс отображения нескольких неподвижных изображений для создания эффекта движения.

Антивирус — программа для обнаружения и удаления вируса из зараженной программы или системы.

Антистатический коврик — подстилка из специального материала, на которой размещают элементы компьютера при его сборке или разборке с целью предотвращения повреждения компонентов статическим электричеством.

Апертурная решетка — тип теневой маски, используемой в электронно-лучевой трубке. Этот тип теневой маски наиболее распространен в мониторах Trinitron, выпускаемых фирмой Sony.

Аппаратная часть — физические компоненты компьютера: монитор, принтер и т.д.

Аппаратура передачи данных — оборудование, которое используется для передачи данных. Обычно это модем на коммутируемых (телефонных) линиях передачи, который осуществляет и контролирует передачу данных.

Арбитраж — способ разрешения конфликтов, которые возникают при использовании общей шины между устройствами, присоединенными к ней.

Архивный бит — единственный бит в байте атрибутов файла, информирующий о создании его резервной копии.

Архитектура DIB (Dual Independent Bus — двойная независимая шина) — технология процессора с двумя независимыми шинами — одна к кэш-памяти второго уровня, а другая к оперативной памяти. В процессорах Pentium Pro, Pentium II и Pentium III используется эта архитектура.

Асимметричная модуляция — способ параллельной передачи данных, при которой канал связи разделяется на высокоскоростной и низкоскоростной. При вызове модем, передающий данные, занимает высокоскоростной канал, а модем, принимающий данные, — низкоскоростной. Модемы динамически обмениваются каналами при установленном соединении, если инициатива по передаче данных изменяется.

Асинхронная память — память, которая работает на частоте, отличающейся (чаще всего меньшей) от частоты работы системной платы.

Асинхронная передача — передача данных, при которой время на передачу символа может изменяться. В отличие от синхронной передачи, когда синхронизация жестко определена внешним таймером, при асинхронной передаче принимающий модем отвечает на дополняющие символы начала и окончания передачи.

Атрибут файла — параметр доступа к файлу, хранящийся в байте атрибутов файла. Файлу могут быть назначены такие атрибуты, как "архивный" (означает, что файл был скопирован), "только для чтения", "скрытый" и "системный".

Байт атрибутов — байт данных, в котором содержится информация об атрибутах файла.

Байт — единица измерения объема информации. Байт состоит из восьми битов. В каждом байте памяти с контролем четности хранится дополнительный вспомогательный бит, отвечающий за контроль четности (т.е. за проверку ошибок); в байте содержится девять битов.

Банк — группа чипов памяти, образующих единый блок, считываемый процессором за одно обращение. Разрядность блока должна равняться разрядности адресного пространства процессора.

Бит в секунду — количество двоичных цифр, или битов, передаваемых за одну секунду. Обозначается бит/с или bps. Иногда его путают с бодами.

Бит — единица количества информации в двоичной системе счисления. Логические значения — 0 и 1. В физической (электрической) форме представления используются 0 В и 5 В.

Битовая плотность (Bits Per Inch — BPI) — количество битов на дюйм. Битовая плотность указывает, сколько битов может быть записано на линейный дюйм дорожки. Иногда битовую плотность называют "линейной плотностью" (linear density).

Блок питания — электрическое/электронное устройство, которое поддерживает питание компьютерной системы.

Блок — последовательность записей, слов или символов, сформированная по техническим или логическим признакам и предназначенная для обращения к ней, как к объекту.

Блок-схема — логическая структура программы или устройства в графической форме. Полное соответствие физической форме и подробное описание всех компонентов и взаимосвязей не обязательно.

Бод — единица измерения скорости передачи информации, определяемая количеством дискретных элементов сигнала в секунду. Названа по фамилии изобретателя-телеграфиста из Франции Ж.М.Е. Бодо (J.M.E. Baudot). Хотя технически это и некорректно, но скорость передачи информации в бодах обычно используется для обозначения скорости ее передачи в битах. Поскольку элемент сигнала можно преобразовать в множество отдельных битов, скорость передачи в битах в секунду обычно отличается от скорости передачи в бодах. Скорость передачи информации 2400 бод означает, что состояние передаваемого сигнала изменялось 2400 раз в секунду, что эквивалентно частоте 2400; каждый элемент сигнала может соответствовать нескольким битам информации. Многие пользователи будут удивлены, если узнают, что модемы на 2400 и 1200 бит/с передают 600 бод, а модемы на 9600 и 14400 бит/с — 2400 бод.

Буфер — блок памяти, используемый для временного хранения информации. Часто используется для промежуточного хранения данных, передаваемых между "медленным" периферийным устройством и быстродействующим компьютером. Буфер позволяет считывать данные из периферийного устройства или записывать их в него большими порциями, что повышает общую производительность. Буфер размером *x* байт обычно содержит последних *x* байт данных, перемещающихся между периферийным устройством и процессором. Этот способ отличается от кэширования, при котором в буфер добавляется чаще всего используемая информация, а не последние использованные данные.

Быстродействие — тактовая частота (измеряемая в МГц), на которой работает процессор.

Ввод данных — процесс передачи данных в компьютер с клавиатуры, телефона, видеокамеры, другого компьютера, планшета, джойстика и т.д.

Вектор прерывания — в таблице прерываний, это указатель на адрес расположения инструкций, которые должны быть выполнены при вызове данного прерывания.

Видеоадаптер — плата, помещаемая в разъем системной платы, с помощью которой формируется изображение на мониторе, подключенном к видеоадаптеру.

Видеопамять — специальное ОЗУ для видеосистем.

Винчестер — любой неперемещаемый (стационарно закрепленный) жесткий диск. Такое название получил диск, выпущенный в 60-е годы фирмой IBM, у которого было 30 Мбайт фиксированной и 30 Мбайт перемещаемой памяти. Его цифровое обозначение (30-30) совпало с обозначением популярного нарезного оружия Winchester; с тех пор "винчестером" стали называть любой стационарно закрепленный жесткий диск.

Виртуальная память — технология, с помощью которой операционные системы загружают в память больше программ и данных, чем она может содержать. Часть программ и данных содержится на диске и постоянно перекачивается обратно в системную память. Программы-приложения не замечают этого процесса и работают так, как будто им доступен большой объем оперативной памяти.

Виртуальный диск — область системной памяти (ОЗУ) для хранения данных в формате обычного диска. Применяется для временного хранения промежуточных данных во время работы системы, для того чтобы можно было увеличить скорость работы с такими дан-

ными. С точки зрения DOS, виртуальный диск ничем не отличается от обычного логического диска.

Виртуальный режим — режим работы, доступный всем процессорам, совместимым с процессором Intel 80386. В этом режиме адресуемая память ограничена 4096 Мбайт; может поддерживаться одновременная работа индивидуальных, совместимых с реальным режимом, независимых друг от друга программ.

Вирус — программа, способная подключаться к другим программам (т.е. заражать их). Обычно действие вируса приводит к нежелательным последствиям.

Витая пара — два изолированных медных провода, скрученных или обвитых один вокруг другого для уменьшения наводок от других проводов кабеля. Существует два типа витой пары: неэкранированная и экранированная. Неэкранированная витая пара обычно используется в телефонных кабелях и слабо защищена от помех. Экранированная витая пара используется в локальных сетях и там, где защита от электрических помех важна. С витой парой работать легче, чем с коаксиальным кабелем, и она дешевле.

Внешнее устройство — устройство, подключаемое вне корпуса компьютера.

Внутренние команды — команды DOS, содержащиеся в файле Command.com. Для их выполнения загружать дополнительные файлы не требуется. Примерами внутренних команд являются команды Dir и Copy.

Внутренний накопитель — накопитель на диске или ленте, встроенный в корпус компьютера.

Временный диск — диск, на котором нет нужной информации и который может использоваться при тестировании.

Временный файл — файл, который создается выполняемой программой для временного хранения данных.

Время выбора дорожки — время, затрачиваемое головками чтения/записи для перемещения с одной дорожки на другую.

Время доступа — время, прошедшее с момента, когда была запрошена информация, до момента выполнения запроса. Для микросхем памяти составляет наносекунды, для жестких дисков — миллисекунды.

Время позиционирования — среднее время, необходимое дисковому устройству для перемещения головки вдоль одной трети общего количества цилиндров. Представляет собой среднее время, необходимое для перемещения головки от одного случайно выбираемого цилиндра к другому.

Время стабилизации — время, затрачиваемое головками чтения/записи для гашения вибрации после перемещения на новую дорожку.

Встроенные программы — программное обеспечение, содержащееся в ПЗУ.

Встроенные серводанные — магнитные отметки, установленные между дорожками или внутри них на дисковых накопителях. Эти отметки позволяют приводу более точно позиционировать головки чтения/записи.

Вывод данных — процесс передачи данных на устройство передачи или отображения информации, например на монитор, принтер или модем.

Вывод — процесс пересылки информации на компьютере (например, с жесткого диска на видеоадаптер, принтер или модем).

Выделенная линия — телефонная линия для соединения компьютеров или терминалов на ограниченной территории, например в одном здании.

Выделенная поверхность для управления перемещением — в накопителях на жестких дисках это одна сторона одной из пластин, используемая для серводанных, которые необходимы для правильной установки головок чтения/записи.

Высокий уровень — значение напряжения цифрового сигнала, соответствующее логической единице.

Высокоуровневое форматирование — проверка диска на наличие дефектов и другие операции по подготовке диска к хранению информации. Форматирование накопителя, выполняемое DOS-программой Format. Как правило, при этом создается корневой каталог и таблица размещения файлов. См. также *Format*.

Газоплазменный дисплей — дисплей, используемый в портативных системах, который формирует изображение, подсвечивая газ (как правило, неон или аргон-неоновую смесь) под воздействием электрического напряжения. Поскольку газоплазменные дисплеи сами излучают свет, они не нуждаются в задней подсветке.

Гальванизированная поверхность — основа жесткого диска со слоем тонкой металлической пленки (гальванического покрытия), на поверхность которой записываются данные.

Герц — международная единица измерения частоты, указывающая, сколько циклов процесса повторяется за одну секунду. Обозначается Гц.

Гига... — префикс, обозначающий один миллиард (1 000 000 000). При использовании для обозначения количества байтов памяти, значение множителя изменяется на 1 073 741 824. Например, один гигабит эквивалентен 1 000 000 000 бит, а один гигабайт эквивалентен 1 073 741 824 байт. Обозначается Г.

Гигабайт — объем информации, равный 1 073 741 824 байт.

Гипертекст — способ быстрого перемещения между большими документами и в пределах одного документа. Гипертекстовые связи представляют собой указатели на разделы внутри одного документа, на другие документы или ресурсы.

Глубина цвета — количество бит, используемых для описания цвета на экране компьютера. Например, глубина цвета, равная двум, означает, что монитор может отображать только черные и белые пиксели.; четырем — шестнадцать различных цветов, восьми — 256 цветов и т.д.

Головка — маленькое электронное устройство внутри накопителей на дисках, предназначенное для чтения, записи и удаления информации.

Горячая перезагрузка — программная перезагрузка системы, а не выключение и повторное включение питания.

Графический акселератор — видеопроцессор или набор микросхем, специально предназначенный для увеличения скорости отображения и отрисовки графических объектов на экране монитора.

Данные — набор фактов, обрабатываемый как информационное сообщение. Графическое или текстовое представление фактов, концепций, букв, символов или инструкций, используемых для коммуникации или обработки.

Двоичная синхронная передача — протокол связи, разработанный фирмой IBM для управления устройствами, требующими синхронизации. Протокол определяет необходимые на уровне канала связи операции и задает формат блока данных, которыми модемы обмениваются по телефонной линии.

Двоичная система счисления — система, в которой значения выражаются комбинациями цифр 0 и 1. Также называется "бинарной".

Двунаправленная линия — линия связи (шина данных или телефонная линия), по которой данные могут передаваться в обоих направлениях. Также может означать способность принтера печатать как справа налево, так и слева направо.

Дефектный сектор — сектор диска, на котором не может храниться информация из-за механического дефекта или повреждения метки форматирования.

Дефрагментация — процесс реорганизации информации на носителе, в результате которого файлы размещаются в последовательных секторах на смежных дорожках.

Децибелл (Дб) — логарифмическое измерение отношения между двумя величинами мощности, напряжения, интенсивности звука и др. Коэффициент сигнал/шум также выражается в децибеллах.

Джойстик — устройство ввода, используемое в основном в компьютерных играх. Позволяет изменять положение объекта в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а также имеет кнопки для активизации других функций.

Диагностическая программа — программа для проверки функционирования компьютерной системы. Такие программы позволяют обнаружить неисправность системы и определить ее причину.

Динамическая прочность — уровень (обычно измеряемый в единицах измерения веса), представляющий величину удара, который может выдержать диск. Обычно приводятся величины для работающего и выключенного диска.

Динамический обмен данными — способ обмена данными между программами и устройствами, используемый Microsoft Windows. Эта технология была улучшена благодаря использованию OLE (Object Linking and Embedding).

Динамическое исполнение — технология, которая позволяет процессору динамически предсказывать порядок инструкций и выполнять их в порядке, необходимом для улучшения производительности.

Динамическое ОЗУ — тип компьютерной памяти, более дешевый по сравнению с другими типами памяти, поскольку в ее микросхемах для хранения одного бита информации достаточно одного транзистора и конденсатора. Конденсатор должен перезаряжаться каждые 15 мс или около того (сотни раз в секунду). Динамическое ОЗУ является стираемой памятью, т.е. при отключении питания или без регулярных циклов обновления записанная информация будет потеряна.

Дискета — гибкий диск. Установленный на гибком основании и покрытый магнитным веществом диск, который вращается внутри защитного чехла; головки чтения/записи контактируют с его поверхностью.

Дисковод — механическое устройство для работы с дискетами.

Диспетчер расширенной памяти — драйвер, обеспечивающий программную связь с расширенной памятью. Такие драйверы, как правило, создаются для конкретных плат расширенной памяти, но могут использовать возможности управления памятью на 386 или более мощном процессоре для эмуляции расширенной памяти. Файл Emm386.exe является примером такого драйвера, поставляемого вместе с DOS.

Диспетчер шины — устройство, которое, будучи подсоединенным к шине (MCA, EISA, VLB или PCI), увеличивает ее производительность при решении определенных задач.

Дисплей двойного сканирования — менее качественный, но более экономичный тип цветного жидкокристаллического монитора. Конструктивно он представляет собой массивы транзисторов, расположенных по оси X и Y. Количество транзисторов обеспечивает разрешение экрана.

Дифференциальная передача — способ передачи электрических сигналов при соединении, когда для приема-передачи используется одна пара проводов. В большинстве случаев дифференциальные сигналы настраиваются таким образом, что по каждому проводу в противоположных направлениях протекает ток. В некоторых системах для передачи сигнала используется только один провод, а другой применяется в качестве общего провода, подсоединенного к корпусу. Дифференциальные сигналы, по сравнению с другими сигналами, более устойчивы к шумам и перекрестным помехам.

Длина слова — количество битов символьных данных без учета битов контроля четности и старт-стоповых.

Дополнительная (extended) память — память за переделами первого мегабайта, напрямую адресуемая процессорами 286 и выше. Адресация может выполняться только в защищенном режиме.

Дополнительная плата — см. *плата расширения*.

Дополнительный раздел — незагрузочный раздел DOS. Начиная с версии DOS 3.30, программа FDISK может создавать два раздела, которыми будет управлять DOS: основной и дополнительный (последний может содержать 23 тома от D до Z).

Дополняющее архивирование — архивирование новых или измененных файлов с момента предыдущего архивирования.

Дорожка — одна из концентрических окружностей на поверхности диска, на которой хранятся данные. Состоит из одной намагниченной кривой и разбита на сектора — по 512 байт каждый.

Доступная память — память, которая в настоящее время не используется операционной системой, драйверами или приложениями.

Драйвер устройства — программа для создания интерфейса между каким-либо устройством и операционной системой или любой другой программой.

Драйвер — программа, разработанная для обеспечения интерфейса между устройством и операционной системой или другим программным обеспечением.

Дуплекс — способ работы канала связи, при котором сигналы передаются в обоих направлениях одновременно.

Жесткий диск — устройство хранения данных, имеющее очень высокую емкость и характеризующееся фиксированным жестким основанием. Основой для жестких дисков обычно является алюминий или керамика.

Загрузка — процесс помещения программы в память компьютера.

Загрузочный вирус — вирус, расположенный в загрузочном секторе; активизируется при включении компьютера. Удаляется практически всеми антивирусными программами.

Загрузочный сектор (boot sector) — сектор, в котором описаны основные параметры диска DOS и расположены инструкции для загрузки файлов операционной системы.

Загрузочный сектор главного раздела — первый сектор на жестком диске, который содержит информацию о главном разделе и загрузочный код.

Запоминающее устройство — устройство или носитель для ввода, хранения и считывания информации. То же самое, что и *память*.

Запястно-кистевой туннельный синдром — болезненное повреждение руки. Это название было получено от названия узкого туннеля в запястье, соединяющего кости и сухожилия. Чрезмерно напряженные сухожилия могут распухнуть и сжать средний нерв, служащий для передачи импульсов между рукой и мозгом. Это может стать причиной потери чувствительности, слабости, зуда и жжения в пальцах и руке.

Затенение BIOS — копирование BIOS в более быстродействующее ОЗУ; обычно выполняется в процессе запуска или загрузки. Это позволяет системе получать доступ к коду BIOS без дополнительных стадий ожидания, необходимых для более медленных чипов ПЗУ.

Защита от записи — на носителях съемных устройств специальный переключатель, установка которого в определенное положение не позволит записать данные на этот носитель.

Защита от копирования — программное или аппаратное средство, предназначенное для предотвращения нелегального копирования программ.

Защищенный режим — режим, доступный во всех процессорах Intel, за исключением 8086 и 8088. В этом режиме адресация памяти расширяется до 16–4 096 Мбайт, а для предотвращения сбоев программного обеспечения устанавливаются уровни защиты.

Звук — звуковой сигнал, например из динамика ПК. Во многих диагностических тестах используются и визуальные (экранные) сообщения, и звуковые сигналы.

Звуковые частоты — частоты, которые улавливает человеческое ухо (в среднем — от 20 до 20000 Гц).

Зона парковки — неиспользуемые дорожки диска, на которые могут опускаться головки чтения/записи при отключении питания.

Иерархия объектов — явление в графических программах, когда два или больше объектов связаны и один из них перемещается в зависимости от другого. Это явление также известно как иерархия "отец–сын". Иерархия объектов позволяет аниматорам контролировать перемещение сложных фигур.

Имитация градаций серого — создание большего числа цветов и уровней яркости заданной цветовой палитры.

Имя файла — имя, присвоенное файлу на диске. Имя файла DOS должно состоять максимум из восьми символов и завершаться трехсимвольным расширением. Для Windows 95 длина имени может достигать 255 символов.

Индикатор доступа — светодиод на передней панели устройства или системы, отображающий процесс считывания или записи данных этим устройством.

Инициатор — устройство, подсоединенное к шине SCSI и посылающее по этой шине команды другому устройству (получателю). Основной адаптер SCSI вставляется в системную шину и является примером инициатора SCSI.

Инструкция — команда программы, указывающая компьютеру, что он должен делать в конкретной операции.

Интегральная схема — См. *ИС*.

Интерпретатор команд — программа операционной системы, которая управляет оболочкой компьютера или пользовательским интерфейсом. Интерпретатор команд в MS DOS — *Command.com*, а в Windows — Win.com.

Интерпретатор — программа-транслятор для языка высокого уровня, которая транслирует и выполняет программу по одному оператору. Интерпретируемая программа выполняется медленнее откомпилированной и всегда должна выполняться с загруженным в память интерпретатором.

Интерфейс — коммуникационное устройство (или протокол), позволяющее одному устройству взаимодействовать с другим. Устанавливает соответствие между выходом одного устройства и входом другого.

ИС (интегральная схема) — завершенная электронная схема.

Источник бесперебойного питания (UPS) — устройство, поддерживающее подачу питания на компьютер даже при его отключении от сети. Встроенные батареи постоянно подзаряжаются от сети.

Кабель данных — кабель для передачи данных.

Канал — путь, по которому могут передаваться сигналы.

Картридж SEC (Single Edge Contact) — корпус процессоров Intel, на котором, кроме процессора, установлена кэш-память второго уровня. Этот картридж помещается в разъемы системной платы, называемые Slot 1 и Slot 2.

Каталог — место на диске, где хранятся имена и параметры группы файлов, которое обслуживается как таблица состояния этих файлов. Здесь содержатся имена файлов, размеры, атрибуты (системный, скрытый, только для чтения и т.д.), дата и время создания, указатель на начало расположения файла на диске. Каждый элемент каталога занимает 32 байта.

Кило... — префикс, обозначающий одну тысячу (1 000). При обозначении количества байтов в памяти это значение изменяется на 1 024. Например, один килобит равен 1 000 бит, а один килобайт — 1 024 байт. Обозначается буквой к.

Килобайт — блок информации, равный 1 024 байт.

Клавиатура QWERTY — стандартная клавиатура пишущей машинки или компьютера, на которой символы Q, W, E, R, T и Y находятся в верхнем ряду буквенных клавиш.

Клавиатура Дворака — разработанная Августом Двораком (August Dvorak) клавиатура, запатентованная в 1936 году и включенная в ANSI в 1982 году. Обеспечивает увеличение скорости и больший комфорт, а также снижает количество ошибок за счет размещения чаще всего используемых букв (латинских) в центре клавиатуры. Нагрузка на пальцы и неудобства снижены более чем на 90% по сравнению с обычной клавиатурой QWERTY. На клавиатуре Дворака пять клавиш, соответствующих гласным буквам (A, O, E, U и I), размещены в центральном ряду под пальцами левой руки, а пять клавиш с чаще всего используемыми согласными буквами (D, H, T, N и S) — под пальцами правой руки.

Клавиатурный макрос — последовательность нажатий клавиш, которая вызывается после нажатия одной клавиши.

Клиент/сервер — тип сети, в которой каждый компьютер может выступать в роли клиента или сервера, тем самым получая или предоставляя доступ к своим ресурсам.

Клон — IBM-совместимый компьютер, выпущенный сторонней фирмой. В этих компьютерах используется семейство процессоров 80x86 фирмы Intel.

Ключевая дискета — дискета, которая должна быть вставлена в дисковод перед запуском программы, защищенной от несанкционированного копирования.

Коаксиальный кабель — кабель, состоящий из центральной жилы и окружающей ее экранирующей оплетки. По такому кабелю можно передавать данные в довольно широком диапазоне частот, он устойчив к помехам и дорого стоит по сравнению с другими типами кабелей. Коаксиальный кабель используется во многих системах локальных сетей, например в Ethernet и ARCnet.

Код Бодо — 5-разрядный код, используемый во многих системах передачи данных, включая телетайп (TTY), радиотелетайп (RTTY) и телекоммуникационные устройства для глухих (TDD). Код Бодо несколько раз пересматривался и расширялся.

Кодирование — процесс подготовки данных для передачи или хранения.

Команда — инструкция, которая сообщает компьютеру о каком-то действии.

Командный файл — файл со списком команд DOS. Специальный командный файл *Autoexec.bat* выполняется DOS при каждой загрузке системы. Все командные файлы DOS имеют расширение bat.

Компилятор — программа, транслирующая программный код, написанный на языке программирования высокого уровня, в эквивалентный код на машинном языке. Результат называется "объектным кодом".

Компрессия данных — математический способ обработки данных в файле для сокращения размера файла. Существует два типа компрессии — с потерями и без потерь. Компрессия с потерями удаляет некоторые исходные (несжатые) данные, необходимые для реконструкции файла, и нормально используется только для звуковых файлов и файлов изображений, когда допускаются незначительные потери. Компрессия без потерь полностью восстанавливает исходный файл.

Компьютер — устройство, способное принимать данные, выполнять над ними указанные операции и выводить полученные результаты.

Конвергенция (сведение лучей) — способность цветного монитора фокусировать три цветных луча в одной точке экрана. Недостаточная конвергенция является причиной размытости символов на экране и может вызывать головную боль и переутомление глаз.

Конденсатор — устройство из двух металлических пластин, разделенных изоляционным материалом. Конденсатор предназначен для сохранения электрического заряда.

Консоль — прибор для связи компьютера с пользователем.

Контроллер удаленного доступа — программа в операционной системе Windows 9*x*, которая эмулирует сетевую карту из модема. Эта программа используется для удаленного подключения к локальным сетям и Internet.

Контроллер — электронное устройство, которое управляет другим устройством, например жестким диском, а также поддерживает обмен данными между этим устройством и компьютером.

Контроль ошибок — способы проверки достоверности принимаемой информации. Протоколы контроля ошибок V.42, MNP и HST при их обнаружении повторно передают ошибочный блок данных.

Контрольная сумма (checksum) — технический прием для определения достоверности пакета данных. В пакете последовательность двоичных цифр складывается, и результат или младшая его часть сравнивается с ожидаемым числом.

Конфигурационный файл — файл, входящий в пакет программного обеспечения, в котором записаны различные установки этого пакета.

Корневой каталог — основной каталог на жестком или гибком диске. Имеет фиксированный размер и местоположение для конкретного дискового тома и не может, подобно подкаталогу, динамически изменять размер.

Коэрцитивная сила — сила магнитной энергии, измеряемая в эрстедах. Высокая коэрцитивная среда записывающих дисков требует больших записывающих токов.

Крах системы — ситуация, при которой компьютер блокируется и отказывается работать без перезагрузки. Обычно это происходит из-за некачественного программного обеспечения. Если при этом не вышел из строя жесткий диск, то других неполадок с устройствами быть не должно.

Кривая Безье (Bezier) — математический метод описания кривой. Часто используется для рисования сложных фигур в программах CAD (Computer-Aided Design — система автоматизированного проектирования).

Курсор — маленькая мигающая черточка на экране, указывающая на позицию, в которой будет выводиться информация, вводимая с клавиатуры.

Кэш L1 (кэш-память первого уровня) — память, встроенная в ядро процессора 486 и выше.

Кэш L2 (кэш-память второго уровня) — память, расположенная вне процессора; обычно имеет больший объем по сравнению с кэш-памятью первого уровня. Обычно устанавливается на системной плате для процессоров 386, 486 и Pentium и на картридже процессора Pentium Pro, Pentium II и Pentium III. Расположение этой памяти в процессоре приводит к увеличению производительности системы.

Кэш — интеллектуальный буфер. С помощью специальных алгоритмов в кэш помещаются чаще всего используемые данные, перемещающиеся между "медленным" периферийным устройством и быстродействующим процессором.

Кэш-память — память для хранения часто используемых данных ОЗУ.

Лазерный принтер — тип принтера, в котором объединены электростатическая копировальная машина и компьютерный принтер. Выходные данные с компьютера преобразуются в растровый формат, подобный набору точек экрана. Сформированное растровое изображение с помощью лазера отображается на барабане, который имеет позитивный электростатический заряд. В подсвеченных лазером точках барабан разряжается. После этого краситель, который также имеет положительный заряд, прилипает к барабану в разряженных точках. Вращаясь, барабан переносит краситель на отрицательно заряженный лист бумаги. Затем другой барабан нагревает бумагу, что закрепляет краситель.

Литий-ион — тип батарей для портативных компьютеров. Батареи на ионах лития обеспечивают достаточную мощность для работы самых современных и очень нагруженных сис-

тем. Но в отличие от батарей NiMeH и NiCd их можно использовать только в тех системах, которые специально разработаны для них.

Логическая (булева) операция — любая операция, в которой каждый операнд и результат принимают одно из двух допустимых значений.

Логический диск — устройство, спецификатор диска DOS (например, C или D), в DOS версий 3.3 и выше. Одно физическое устройство может быть представлено как несколько логических, каждое из которых будет иметь свой собственный спецификатор.

Локальная сеть — соединение двух и более компьютеров в сеть с помощью сетевых адаптеров.

Локальная шина — шина, подсоединенная к процессору напрямую и работающая со скоростью передачи данных процессора.

Лэптоп (laptop) — самые большие портативные системы. Типичный лэптоп весит больше 3 кг и имеет размер 9×12×2 дюймов (около 23×30×5 см); появление на рынке экранов больших размеров неизбежно приведет к увеличению размеров портативных компьютеров. Будучи когда-то самыми маленькими компьютерами, сейчас лэптопы становятся суперсовременными машинами, по своим возможностям и производительности сравнимыми с настольными системами.

Магнитооптическая запись — запись на стираемый оптический диск, которая использует лазерную пушку для нагревания поверхности диска, чтобы магнит мог выполнить определенное воздействие.

Магнитооптические устройства — устройства, которые объединяют магнитные и оптические свойства хранения информации.

Маршрутизатор — компьютерная система, которая пересылает сообщения из одной локальной сети в другую. Может выбирать самый оптимальный маршрут в зависимости от нагрузки линии, скорости передачи и стоимости сети.

Материнская плата — плата основной схемы компьютера. Также называется *системной платой*.

Матричный принтер — принтер, печатающий символы, состоящие из точек. Для каждого печатаемого символа отводится одно знакоместо, в которое пропечатывается образ символа, представляемый определенным набором иголок из матрицы.

Машинный язык — шестнадцатеричный программный код, который понимает компьютер и может его выполнять.

МГц — единица измерения, обозначающая частоту колебаний, равную одному миллиону циклов в секунду.

Мега... — префикс, обозначающий 1 миллион (1 000 000). При обозначении количества байтов памяти значение множителя изменяется на 1 048 576. Например, один мегабит равен 1 000 000 бит, а один мегабайт — 1 048 576 байт. Обозначается М.

Мегабайт — объем информации, равный 1 048 576 байт.

Метка тома — идентификатор или имя диска длиной до 11 символов.

Механизм доступа — см. *актуатор*.

Микро... — префикс, обозначающий одну миллионную долю (1/1 000 000 или 0,000001). Обозначается мк.

Микропроцессор — интегральная схема с закодированными инструкциями, которые она может выполнять.

Микросекунда — единица измерения времени, равная одной миллионной доле секунды (1/1 000 000 или 0,000001). Обозначается мкс.

Милли... — префикс, обозначающий одну тысячную долю (1/1000 или 0,001). Обозначается буквой м.

Миллисекунда — единица измерения времени, равная одной тысячной доле секунды. Обозначается мс.

Мини-башня (mini-tower) — тип корпуса компьютера.

Многозадачность — выполнение нескольких программ одновременно.

Многопользовательская система — система, в которой несколько компьютерных терминалов использует одно центральное процессорное устройство.

Мобильный модуль — тип конструктивного исполнения процессоров Pentium и Pentium II для портативных компьютеров.

Модель OSI (Open System Interconnection) — многоуровневое представление стека компьютерной сети; впервые была предложена Международной организацией по стандартизации в 1980 году.

Модем (*мо*дулятор-*дем*одулятор) — устройство, преобразующее цифровой сигнал от компьютера в аналоговый, который можно легко передавать по телефонной линии и наоборот.

Модуль — единица, содержащая завершенную схему или подсхему.

Мост — в локальных сетях устройство для связи между двумя подобными сетями. Также этот термин используется в аппаратном обеспечении.

Мультимедиа — набор аппаратных и программных компонентов, которые значительно изменяют и расширяют возможности компьютера.

Мышь — устройство ввода, разработанное Дугласом Энгельбартом (Douglas Engelbart) в Исследовательском центре Стенфордского университета в 1963 году и популяризированное фирмой Xerox в 1970 году. Конструктивно мышь состоит из шарика и механизма отслеживания горизонтального и вертикального перемещения, а также двух или трех кнопок. В настоящее время мышь (или подобное устройство) является неотъемлемой частью любого компьютера.

Набор микросхем (chipset) — одна микросхема или несколько, которая совмещает в себе функциональность нескольких устройств, например, системный таймер, контроллер шины, контроллер клавиатуры и т.д.

Набор символов — все буквы, цифры и знаки, которые компьютер может использовать для представления данных. Стандартный набор ASCI содержит 256 символов, каждый из которых представляется двоичным числом от 1 до 256.

Накопитель CD-ROM — устройство, с помощью которого можно считывать данные с компакт-диска.

Накопитель Jaz — самый распространенный тип съемных устройств, представляющий собой магнитный жесткий диск в пластиковом корпусе. Разработан фирмой Iomega; в настоящее время существуют картриджи объемом 1 Гбайт и 2 Гбайт.

Накопитель Zip — устройство для хранения данных на 3,5" дискетах емкостью 100 Мбайт, разработанное фирмой Iomega.

Накопитель половинного размера — накопитель высотой 1,625", шириной 4–5,75" и длиной 4–8".

Накопитель — механическое устройство, которое управляет хранением данных.

Нано... — префикс, обозначающий одну миллиардную долю (1/1 000 000 000 или 0,000000001). Обозначается буквой н.

Наносекунда — единица измерения времени, равная одной миллиардной доле секунды. Обозначается нс.

Направляющие — пластиковые полоски, которые прикрепляются к боковым панелям дискового устройства, помещающегося в IBM AT, и фиксируют его.

Настольный компьютер — персональный компьютер, который устанавливается на столе.

Начальная страница — первая страница Web (документ Web), которая связана с конкретным пользователем или организацией. Доступ к другим страницам в документе можно получить через связь с начальной страницей.

Начальный кластер — номер первого кластера файла. Указывается в каталоге после имени файла.

Немодулированная передача — передача цифровых сигналов на ограниченное расстояние. Используется в локальных сетях ARCnet и Ethernet.

Непрерывность — в электронике этот термин используется для обозначения непрерывной магистрали. Протестировать на непрерывность означает определить, является ли проводник непрерывным (омметр должен показывать около 0 Ом). Бесконечное сопротивление означает разрыв.

Несущая — непрерывный сигнал, который можно модулировать или на который можно воздействовать другим информационным сигналом. Эталонный сигнал применяется для передачи или приема данных. Часто этот сигнал используется в подключенном к компьютеру модеме для связи по телефонной линии.

Низкий уровень — значение напряжения цифрового сигнала, соответствующее логическому нулю.

Низкоуровневое форматирование — форматирование, которое на поверхности диска разбивает дорожки на сектора. Помещает до и после каждого сектора идентифицирующую его информацию, а также заполняет каждый сектор пустыми данными (обычно — шестнадцатеричным числом F6). Устанавливает *interleave*, а также отмечает дефектные дорожки, помещая знак неправильной контрольной суммы в каждый сектор дефектной дорожки.

Никель-кадмий (NiCd) — тип батареи в портативных системах; сейчас применяются редко, поскольку их жизнь коротка, да к тому же они очень чувствительны к неправильным условиям зарядки и разрядки. Пока батарея не используется, она очень долго сохраняет заряд, но если ее не полностью разрядить перед перезарядкой или зарядить слишком сильно, время ее жизни существенно сокращается.

Никель-металлогидридные (NiMeH) — батареи для портативных систем, более дорогие, чем никель-кадмиевые, но и время их жизни процентов на 50 больше, к тому же они менее чувствительны к условиям зарядки и разрядки. Но в отличие от никель-кадмиевых, они не могут так долго хранить заряд, находясь в неработающем состоянии, и не выдерживают большого количества перезарядок. Такие батареи используются в большинстве недорогих портативных систем.

Ноутбук (notebook) — наименьший тип портативных систем, приблизительно равный по размерам средней книге.

Нуль-модем — последовательный кабель, предназначенный для соединения двух устройств передачи данных (компьютер, модем и т.д.).

Оболочка — пользовательский интерфейс любой программы. Command.com является стандартной оболочкой для DOS.

Обратная совместимость — разработка программного или аппаратного обеспечения для работы с предыдущими версиями подобного программного или аппаратного обеспечения.

Общий контакт — контакт, замкнутый на корпус (заземленный) или на общую линию. Если это провод, то он окрашивается в черный цвет.

Оверклокинг (over-clocking) — процесс запуска процессора на частоте, большей, чем указана на его корпусе. Выполняется посредством установки соответствующих перемычек на системной плате. Может привести к перегреву процессора и выходу из строя.

Оверлей — часть программы, загружаемая в память только при необходимости.

ОЗУ — оперативное запоминающее устройство.

Операционная система — набор программ для управления компьютером. Выполняет низкоуровневые операции обмена данными между компьютером и периферийными устройствами, а также получает и обрабатывает информацию, поступающую от клавиатуры. Примерами операционных систем являются DOS и Windows.

Оптический диск — диск, при работе с которым используется оптическая технология.

Основная память — количество доступной для операционной системы и приложений оперативной памяти в пределах первого мегабайта, доступ к которой осуществляется в реальном режиме работы процессора.

Основной раздел — раздел DOS, который может быть загрузочным. См. также *дополнительный раздел*.

Оцифровывание — преобразование аналогового сигнала в цифровой, который может быть сохранен в виде компьютерной информации. Преобразование аналогового сигнала в цифровой и обратно выполняется с помощью цифроаналогового преобразователя (ЦАП).

Падение головок — довольно редкое явление, когда головки чтения/записи касаются поверхности диска, что вызывает его порчу и потерю данных.

Память EDO — специальный тип микросхем оперативной памяти.

Память — любой компонент компьютерной системы, хранящий информацию.

Панель — отсек в компьютере, открывающийся для вставки дисковода.

Папка — файловая папка в графическом пользовательском интерфейсе, в которой содержатся документы (текстовые и графические файлы), приложения и другие папки. Папка аналогична каталогу DOS.

Параллельная передача — метод пересылки данных, при котором биты перемещаются по параллельным электрическим проводникам одновременно, например восемь проводников для 8-битовых символов.

Паритет — метод проверки ошибок, при котором дополнительный бит отображает количество единиц в пересланном символе (четное или нечетное). При использовании паритета бит паритета добавляется к каждому пересланному символу. Значение бита равно 1 или 0; общее количество единиц в символе может быть четным или нечетным, в зависимости от типа используемого паритета.

Парковка головок — процедура, при которой головки чтения/записи перемещаются на неиспользуемые дорожки, где их падение или любой другой сбой не приводит к потере данных.

Паркующая программа — программа, которая выполняет установку головок накопителя на дальние цилиндры или же в зону парковки, сводя к минимуму потенциальные потери данных при перемещении диска.

Пассивная матрица — еще одно название *дисплея двойного сканирования* в портативных компьютерах.

Передача данных — процесс обмена данными через электронные средства сообщения.

Передача данных — тип соединения между компьютерами и терминалами, используемого для обмена данными.

Перезагрузка — процесс перезапуска компьютера и повторной загрузки операционной системы.

Перезапись — запись данных поверх имеющихся, которая приводит к стиранию ранее существующих данных.

Переключение кодовой страницы — способность DOS версий 3.3 и выше изменять набор символов, выводящихся на экран или другое устройство отображения. Используется преимущественно для поддержки символов языков, отличных от английского.

Периферийные устройства — устройства в компьютерных системах, которые являются дополнением к компьютеру (например, дисковые накопители, терминалы и принтеры).

ПЗУ — постоянное запоминающее устройство. Тип памяти, в которой содержатся значения, зафиксированные навсегда. Используется для хранения важных программ или данных, которые должны быть доступны компьютеру при включении питания.

Пиксель — минимальный элемент изображения на экране дисплея. Также называется точкой.

Плата акселератора — дополнительная плата, позволяющая укорить производительность компьютера (см. *графический акселератор*).

Плата контроллера — адаптер, управляющий электроникой одного из устройств, например жесткого диска. Первоначально размещался в одном из слотов компьютера.

Плата расширения — плата, помещаемая в разъем расширения и обеспечивающая доступ к дополнительному оборудованию или добавляющая новые свойства, ранее не поддерживаемые системной платой.

Плата — печатная схема с электронными компонентами, из которых сформирована определенная схема. Обычно предназначена для вставки в разъем (слот). Иногда плату называют "адаптером".

Плотность — мера (коэффициент) упаковки данных на определенном участке среды хранения.

По умолчанию — установки, которые используются в том случае, если не были заданы другие параметры. Например, если в DOS ввести команду DIR, не задавая конкретного устройства, система будет предполагать, что вы хотите использовать устройство, указанное по умолчанию.

Подкаталог — каталог, находящийся в другом каталоге.

Позиционирование головок — перемещение головок чтения/записи дискового накопителя к конкретной дорожке.

Покрытие носителя — нанесенное на жесткий диск покрытие из оксида железа.

Полная резервная копия — резервная копия всей информации, содержащейся на жестком диске, включая структуру каталогов.

Полное архивирование — архивация всей информации на жестком диске, включая структуру дерева каталогов.

Полноразмерный накопитель — накопитель высотой 3,25", шириной 5,75" и длиной 8".

Полутон — темные точки различных размеров для передачи тоновых рисунков (например, фотографий). Применяется при печати газет, журналов и книг. Различная плотность черных точек соответствует различным оттенкам серого цвета (полутонам).

Получатель — подсоединенное к шине SCSI устройство, которое принимает и обрабатывает команды, переданные на эту шину другим устройством (инициатором). Пример такого получателя — жесткий диск SCSI.

Порт LPT — параллельный порт для подключения принтера.

Порт ввода/вывода — порт для подключения устройств, например принтера или диска.

Порт — разъем подсоединения внешнего устройства к адаптеру компьютера, а также — логический адрес, используемый процессором для обращения к различным устройствам.

Портативный компьютер — компьютерная система, размеры которой меньше размеров портфеля, но больше блокнота. Такая система обычно получает питание от батарей.

Последовательная передача — тип побитовой передачи данных в любой момент времени с помощью одиночного электрического пути.

Последовательная цепь — электрическая цепь из компонентов, выстроенных так, что сигнал передается от одного компонента к другому.

Последовательный файл — файл, в котором находятся записанные подряд элементы переменной длины с разделительными символами между ними. Для поиска конкретного элемента нужно прочесть файл от начала до этого элемента.

Поточный контроль — устройство, которое "сглаживает" неоднородность потока данных.

Предохранитель-переходник — устройство, которое подает напряжение на компьютер и обеспечивает минимальную защиту от скачков напряжения и других переходных процессов.

Прерывание — приостановка выполнения программы, вызванная событием, которое должно быть обработано сразу.

Привод головок — устройство для перемещения головок чтения/записи.

Приложение — программное обеспечение, ориентированное на конечного потребителя, например текстовый процессор, электронная таблица, база данных, графический редактор, игра, Web-броузер и др.

Проволочные рамки — рамки для создания на экране трехмерных объектов. Заполняются изображениями и цветом.

Программа — последовательность компьютерных инструкций для решения определенной задачи.

Программы безопасности — программные утилиты, использующие систему паролей и другие методы для ограничения доступа к защищаемой информации.

Пропускная способность — объем информации, передаваемой за секунду, не включая служебной информации (например, битов начала и конца блока, заголовков блоков и контрольных сумм).

Протокол — система процедур, управляющая связями между устройствами. В протоколе должны быть определены формат данных, независимо от посылки или получения, а также метод обнаружения и коррекции ошибок.

Процессор — см. *микропроцессор*.

Прямой доступ к памяти (direct memory access — DMA) — процесс, при котором данные между диском (или другим устройством) и системной памятью перемещаются без непосредственного контроля со стороны центрального процессора, таким образом последний освобождается для выполнения других задач.

Раздел — часть жесткого диска, выделенная для конкретной операционной системы. Большинство жестких дисков имеет только один раздел, который выделен для DOS. Жесткий диск может иметь до четырех разделов, каждый из которых будет выделен для отдельной операционной системы.

Разрешение — размеры графических пикселей. В графике среднего разрешения пиксели имеют большие размеры, а в графике высокого разрешения — малые.

Разъем расширения — разъем для электрического соединения дополнительный плат с системной платой.

Разъем — устройство для физического соединения адаптеров, модулей памяти, процессоров с системной платой.

Растровая графика — представление изображения матрицей из точек. Это цифровой заменитель аналогового метода, применяемого в телевидении. Существует несколько графических растровых стандартов.

Расширенная (expanded) память — память, удовлетворяющая спецификации EMS. Для работы необходим специальный драйвер.

Реальный режим — режим, доступный во всех 8086-совместимых процессорах Intel. В этом режиме адресуемая память ограничена одним мегабайтом.

Регистр — предназначенная для особых целей область памяти, имеющая конкретную емкость, например бит, байт или целое компьютерное.

Реестр — файлы конфигурации операционных систем Windows 9*x* и Windows NT, в которых сохраняется информация об установленном аппаратном и программном обеспечении, пользовательских конфигурациях и других параметрах системы.

Режим PIO — стандарт передачи данных IDE-устройством. Самый медленный — 0, а самый быстрый — 4.

Режим ответа — состояние модема, в котором он передает в канал связи сигнал определенной высокой частоты и принимает сигнал низкой частоты. Частоты сигналов передачи/приема являются инверсными по отношению к удаленному модему, находящемуся в режиме вызова.

Режим терминала — режим передачи данных. Компьютер работает так, будто он является стандартным терминалом. Получаемые данные выводятся непосредственно на экран.

Резервная копия диска — скопированная со всего диска информация на случай повреждения дискеты или дискового накопителя.

Резервная копия — дополнительная копия редактируемого файла без последних внесенных изменений (обычно имеет расширение bak). Создается активной программой.

Резервное копирование — дублирование файла или библиотеки на отдельной части носителя. Хорошая страховка на случай потери первоначального варианта.

Резидентная программа — программа, которая остается в памяти после выполнения.

Сбалансированный сигнал — сигнал, состоящий из равных электрических токов, двигающихся по проводникам в противоположных направлениях. Когда сбалансированный или почти сбалансированный сигнал посылается по витой паре, электромагнитные помехи от каждого из проводников гасят друг друга. Дифференциальная передача сигналов является методом, использующим сбалансированные сигналы.

Световое перо — ручное устройство ввода со светочувствительным датчиком или иглой, соединенное с платой графического адаптера компьютера с помощью кабеля. Используется для рисования экранных набросков, а также в качестве устройства указания. Его поддерживают далеко не все приложения.

Светодиод — светоизлучающий диод. Полупроводниковый диод, излучающий свет, когда через него проходит электрический ток.

Сглаживание — программа для визуального округления угловых элементов изображения.

Сектор — область на дорожке диска, определяемая идентификационными метками и номером. В большинстве секторов содержится 512 байт данных.

Сеть — система, в которой несколько независимых компьютеров соединены для общего использования данных и периферийных устройств.

Сжатие без потерь — техника компрессии, при которой сохраняется вся информация изображения или других данных.

Сжатие с потерями — техника компрессии, при которой часть изображения по специальному алгоритму удаляется, но при этом обеспечивается необходимое качество изображения.

Сигнал обнаружения несущей — сигнал интерфейса модема, сообщающий подсоединенному устройству, что получен сигнал от удаленного модема. Определяется спецификацией RS-232.

Символ — цифровое представление буквы, цифры или других знаков.

Синхронная связь — связь, при которой блоки данных передаются через строго определенные временные интервалы. Поскольку эти интервалы равномерны, для передачи данных нет необходимости в битах начала или конца передачи каждого блока. Некоторые универсальные вычислительные машины поддерживают только синхронные связи, если на них не установлены асинхронные адаптеры и соответствующее программное обеспечение.

Системные файлы — скрытые файлы; в DOS и Windows 9*x* это файлы Io.sys и Msdos.sys, а в IBM DOS — Ibmbio.com и Ibmdos.com.

Системный интегратор — консультант по компьютерам или продавец, который тестирует устройства и собирает из них хорошо оптимизированные системы.

Скорость передачи данных — максимальная скорость передачи данных между устройствами.

Скорость процессора — тактовая частота, с которой процессор обрабатывает данные. Например, стандартный процессор Pentium II работает со скоростью 300 МГц (300 миллионов циклов в секунду).

Скрытый файл — файл, который не выводится в списке файлов по DOS-команде DIR, поскольку в его атрибуте установлен специальный бит.

Случайный сбой — ошибка при чтении или записи данных (обычно возникает вследствие кратковременных помех наподобие скачка напряжения).

Совместимость — соответствие программного или аппаратного обеспечения принятым стандартам.

Сообщение об ошибке — слово (или комбинация слов), сообщающее пользователю об ошибке.

Сопроцессор — модуль, разработанный для решения специфических задач совместно с модулем центрального процессора.

Составное изображение — комбинация телевизионного изображения и синхронизированных импульсов. Сигнал составного изображения выдает цветной графический адаптер (CGA) фирмы IBM.

Состояние ожидания — циклическая пауза (один или более циклов) в работе системы, которая требуется процессору, чтобы дождаться, пока память сможет ответить на его запрос. Эти паузы нужны для синхронизации работы микропроцессора и "медленной" памяти.

Среднее время доступа — время, необходимое дисковому накопителю, чтобы начать чтение данных, расположенных в любом месте диска.

Среднее время поиска — среднестатистическое время, затрачиваемое дисковым устройством на перемещение головки вдоль одной трети общего количества цилиндров. Представляет собой среднее время, необходимое для перемещения головки от одного случайно выбираемого цилиндра к другому. Время поиска является одной из характеристик дискового накопителя.

Стабилизатор напряжения — устройство, которое "сглаживает" скачки напряжения.

Стандарт de facto — программное или аппаратное обеспечение, которое не имеет официально признанного стандарта, однако используется повсеместно.

Статический разряд — внезапный электрический разряд между двумя объектами, имеющими различный электрический потенциал. Статические разряды часто приводят к порче или сбоям интегральных схем.

Строка — последовательность символов.

Струйный принтер — тип принтера, который распыляет на бумагу чернила одного или нескольких цветов. Может выводить изображения с качеством недорогого лазерного принтера.

Стыковочная станция — оборудование, используемое в портативном компьютере для установки периферийных устройств, которые применяются в настольных системах.

Сумматор — регистр (или временная ячейка памяти), в котором формируется результат выполнения операции.

Суперскалярное выполнение — возможность процессора выполнять несколько инструкций за такт.

Таблица дефектных дорожек — таблица, закрепленная на корпусе жесткого диска, в которой перечислены поврежденные дорожки. Список вводится в программу низкоуровневого форматирования.

Таблично-волновой синтез — метод создания искусственного звука с помощью звуковой карты, которая содержит специальную микросхему с образцами звуков.

Такт — время выполнения операции центральным процессором.

Тактовый генератор — источник импульсных сигналов в компьютере, который синхронизирует каждую операцию процессора.

Теневая маска — тип цветной электронно-лучевой трубки, используемой в мониторах.

Теплоотвод — металлическая пластина, подсоединенная к корпусу микросхемы или разъему для рассеивания тепла.

Тера... — префикс, означающий 1 триллион (1 000 000 000 000). При обозначении количества байтов памяти это значение равно 1 099 511 627 776. Обозначается Т.

Терабайт — единица измерения информации, равная 1 099 511 627 776 байт.

Терминал — устройство, в котором клавиатура и дисплей используются для передачи и получения данных посредством коммуникационных связей. Отличается от микрокомпьютера тем, что сам по себе работать не может.

Терминатор — аппаратура, которая должна подсоединяться к обоим концам шины.

Ток — направленный поток электронов в проводнике. Измеряется в амперах.

Том — логический диск.

Тонер — порошок, используемый для печати в лазерных принтерах.

Транслирование — перекодировка программ на языке ассемблера в объектный код с командами машинного языка.

Удаленное эхо — копия полученных с удаленной системы данных, возвращенная отправляющей системе и отображаемая на экране.

Умножение частоты — запуск ядра процессора на большей тактовой частоте, чем это указано на процессоре. Этот процесс также называется *оверклокингом* (overclocking).

Универсальный код товара (Universal Product Code — UPC) — метка на товаре со штриховым кодом из 10 цифр, считываемым компьютером для идентификации товара. Этот вод идентифицирует как сам товар, так и его производителя.

Управляющий кабель — кабель, по которому управляющие сигналы передаются между накопителем и контроллером.

Устройство архивации — устройство (дискета, картридж ленточного накопителя или картридж съемного устройства) для хранения файлов архивов.

Утерянные кластеры — кластеры, которые в таблице размещения файлов ошибочно были помечены как занятые, в то время как ни один из них не принадлежит ни одному файлу.

Утилиты — программы, которые упрощают работу с компьютером.

Файл .inf — информационный файл драйвера или устройства операционной системы Windows, который используется для установки нового драйвера.

Файл истории — файл для записи информации о предыдущих запусках программы. Во многих программах резервного копирования данных создаются файлы истории, в которых описываются выполненные сеансы работы.

Файл произвольного доступа — файл, в котором все элементы данных (или записи) имеют одинаковую длину и записаны без разделительных символов. Любой элемент (или запись) в файле может быть найден непосредственно вычислением смещения этого элемента в файле.

Файл только для чтения — файл, атрибуты которого указывают DOS, что программное обеспечение не может его удалять или изменять.

Файл — поименованная информация, хранящаяся не в оперативной памяти.

Факс/модем — устройство, обеспечивающее возможности передачи факсов и данных. Физически представляет собой отдельную плату или внешнее устройство.

Фатальная ошибка — ошибка при чтении или записи информации, вызванная неисправным оборудованием.

Физическое устройство — одиночный дисковый накопитель. Одно физическое устройство может быть разделено на несколько логических устройств. Специальное программное обеспечение может представить несколько физических устройств как одно логическое.

Фиксированный диск — диск, который нельзя вынуть из управляющего им оборудования или корпуса. Производится из негнущихся материалов с магнитным покрытием и используется для хранения больших объемов информации. См. также *жесткий диск*.

Форматирование — подготовка диска к сохранению информации. См. также *FORMAT*.

Форматированная емкость — общее количество байтов данных, которые могут содержаться на отформатированном диске. Неформатированная емкость выше, поскольку включает зазоры между секторами.

Форм-фактор — физические размеры устройства.

Фрейм — блок данных с заголовком и дополнительной информацией, которая обычно включает номер фрейма, размер блока данных, коды проверки ошибок и индикаторы начала/конца.

Фрейм-буфер — устройство хранения пикселей изображения; используется для обновления растрового изображения. Глубина фрейм-буфера это количество бит на пиксель, определяющих количество отображаемых цветов.

Функциональные клавиши — клавиши специального назначения, которые могут быть запрограммированы для выполнения различных операций.

Функция — набор часто используемых инструкций.

Холодная загрузка (cold boot) — запуск или перезапуск компьютера посредством нажатия кнопки сброса или выключения питания.

Цветной графический адаптер — см. *CGA*.

Цветовая палитра — цвета, которые может отображать графический адаптер на мониторе.

Цилиндр — общее количество дорожек, с которых можно считать информацию, не перемещая головок. Накопитель на гибких дисках с двумя головками обычно имеет 160 дорожек, доступных как 80 цилиндров.

Цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) — устройство для преобразования цифровых сигналов в аналоговую форму.

Цифровая петля — тест для проверки интерфейса модема типа RS-232 и кабеля, который соединяет компьютер и модем. Модем получает данные (в форме цифрового сигнала) от компьютера или терминала и немедленно передает их на экран для проверки.

Цифровой сигнал — дискретный сигнал постоянной формы. В этой книге термин связан с двоичными значениями 0 и 1.

Частотная модуляция — метод кодирования данных при их записи на жесткий диск.

Чип — интегральная схема. Содержится в пластиковом или керамическом корпусе с выводными контактами.

Чистый участок — участок, защищенный от пыли, в котором находятся электронные компоненты (например, жесткий диск), в процессе изготовления и эксплуатации которых необходимо предотвратить загрязнение. Эти участки оцениваются параметром Class. Чистый участок Class 100 должен иметь на один кубический фут меньше ста частиц, бо́льших чем 0,5 микрон.

Шина данных — соединение для передачи данных между процессором и остальной системой. Ширина шины данных определяется количеством бит, которые может передать процессор за один такт.

Шина — набор проводников, по которым передаются сигналы. Может соединять множество устройств.

Ширина полосы частот — диапазон частот, равный разности между самыми высокими и самыми низкими частотами сигналов. Измеряется в миллионах периодов в секунду (МГц). Ширина полосы частот монитора определяется скоростью, с которой монитор может обрабатывать информацию, получаемую от адаптера. Чем шире полоса частот, тем больше информации монитор может обработать и тем большее разрешение можно установить. Ширина полосы частот сетевой схемы измеряется скоростью, с которой сеть может обмениваться информацией. Чем больше ширина полосы частот, тем больше информации может передать сеть.

Шифрование — преобразование данных в неудобочитаемые коды для повышения защиты от нелегального доступа.

Шлюз — соединение между двумя похожими локальными сетями, а также — аппаратное обеспечение для установки соединения.

Шпиндель — центральная ось, на которой закрепляются пластины дисков накопителя.

Штриховой код — код на потребительских товарах, используемый для их идентификации. Состоит из полос различной ширины, считываемых специальным оптическим устройством. Чаще всего его называют *универсальный код товара*.

Электронная почта — способ передачи сообщений с одного компьютера на другой.

Электронно-лучевая трубка — устройство, содержащее электроды для генерирования пучка электронов с целью бомбардировки фосфорного покрытия дисплея. Чаще всего используется в компьютерных мониторах и терминалах для вывода изображения.

Эмулятор — устройство, эмулирующее функции конкретной платы или микросхемы.

Язык ассемблера — язык программирования, команды которого обычно однозначно соответствуют командам машинного языка.

Ячейка размещения (allocation unit) — см. *кластер*.

Техническая информация

Управляющие коды модемов

В этом разделе описаны команды и управляющие коды широко распространенных модемов. Если вам когда-либо приходилось работать с этими устройствами, не имея соответствующей документации, то вы по достоинству оцените информацию, приведенную в таблице (см. ниже). В ней перечислены стандартные команды, распознаваемые популярными модемами *Hayes* и *U.S. Robotics*. Таблица будет весьма полезной, если вы решите изменить параметры модема, не имея под рукой соответствующего руководства или инструкции.

Команда	Функции и режимы модема
&	См. расширенную систему команд
%	См. расширенную систему команд
A	Переводит модем в режим ответа даже тогда, когда на него не поступил вызов
A/	Повторение последней команды
A >	Непрерывное повторение последней команды
Любая клавиша	Прекращение текущей попытки соединения
AT	Attention: должна предшествовать всем другим командам, кроме A/, A > и A
Bn	Параметры процедуры установления связи: B0 — ответная последовательность CCITT; B1 — тональный ответ Bell
Cn	Включение/выключение передатчика: C0 — передатчик выключен; C1 — передатчик включен (по умолчанию)
Dn	Набор номера n и переход в режим передачи Используемые параметры: P — импульсный набор (по умолчанию); T — тональный (Touch-Tone) набор; , — пауза на две секунды; ; — вернуться после набора в управляемое состояние; "... — набрать следующие символы; ! — "снять трубку" для передачи вызова; W — ждать второго наборного тона (в режиме X3 или последующих); @ — ждать ответа (в режиме X3 или последующих); R — резервные частоты; S — набрать номер, указанный в памяти

Команда	Функции и режимы модема
DL	Повтор последнего набранного номера
DSn	Набор номера, хранящегося в ячейке n
En	Управление местным эхом (нельзя использовать после соединения): E0 — эхо выключено; E1 — эхо включено
Fn	Управление местным эхом после соединения: F0 — эхо включить; F1 — эхо выключить (по умолчанию)
Hn	Управление трубкой: H0 — трубка не снята (по умолчанию); H1 — трубка снята
In	Запросы: I0 — кода изделия; I1 — контрольной суммы ПЗУ; I2 — выполнения проверки ОЗУ; I3 — продолжительности разговора/текущего времени; I4 — текущих параметров настройки модема; I5 — установленных параметров NVRAM; I6 — результатов диагностики линии; I7 — конфигурации устройства
Kn	Управление часами модема: K0 — по команде ATI3 выводится продолжительность разговора (по умолчанию); K1 — по команде ATI3 выводится текущее время; установка выполняется по команде ATI3 = <час> . <мин> . <сек> K1
Ln	Громкость громкоговорителя: L0 — малая; L1 — малая; L2 — средняя; L3 — высокая
Mn	Управление громкоговорителем: M0 — всегда выключен; M1 — включен, пока не появляется несущая (по умолчанию); M2 — всегда включен; M3 — включается после набора последней цифры; выключается при появлении несущей
On	Возврат в режим on-line после выполнения команды: O0 — обычный; O1 — с переподготовкой
P	Импульсный набор

Команда	Функции и режимы модема
Qn	Вывод кодов результата: Q0 — выводить коды результата; Q1 — не выводить коды результата; Q2 — не выводить только в режиме ответа
Sr = n	Регистровые команды: r — любой S-регистр; n — десятичное число от 0 до 255
Sr.b = n	Установить бит b регистра r в состояние n (0 — выкл., 1 — вкл.)
Sr?	Опрос регистра r
T	Тональный (Touch-Tone) набор
Vn	Режим вывода кодов результата: V0 — цифровой; V1 — словесный
Xn	Параметры кодов результата
Yn	Разъединение междугородной связи: Y0 — запрещено; Y1 — разрешено; разъединение через 1,5 с
Z	Программная перезагрузка
+ + +	Последовательность окончания кода связи. До и после нее в течение минимум 1 с не должно происходить передачи данных
/	Пауза на 125 мс
>	Повторять команду непрерывно или до десяти попыток набора (отменяется нажатием на любую клавишу)
$	Оперативная подсказка — сводка основных команд
&$	Оперативная подсказка — сводка команд со знаком &
%$	Оперативная подсказка — сводка команд со знаком %
D$	Оперативная подсказка — сводка команд набора (Dial)
S$	Оперативная подсказка — регистровые команды
<Ctrl + S>	Приостановить/возобновить вывод подсказок на экран
<Ctrl + C>	Прекратить вывод подсказок на экран
<Ctrl + K>	Прекратить вывод подсказок на экран
Расширенная система команд	
&An	Управление кодами результата ARQ 14–17, 19: &A0 — подавление кодов результата ARQ; &A1 — вывод кодов результата ARQ (по умолчанию); &A2 — вывод кодов результата в стандартах HST и V.32; &A3 — вывод итоговых кодов протокола
&Bn	Скорость передачи данных с терминала (DTE) на модем: &B0 — соответствует скорости передачи в соединительной линии (по умолчанию); &B1 — фиксированная; &B2 — фиксированная в режиме ARQ; переменная — в остальных режимах

Расширенная система команд	
&Cn	Обнаружение несущей: &C0 — игнорировать; &C1 — обычный режим
&Dn	Готовность данных терминала (DTR): &D0 — игнорировать DTR; &D1 — DTR выкл.; перейти в командный режим; &D2 — DTR выкл.; перейти в командный режим, и отбой линии; &D3 — DTR выкл.; перезагрузка модема
&F	Загрузить в ОЗУ заводские настройки
&Gn	Защитный тон: &G0 — выкл.; США, Канада (по умолчанию); &G1 — вкл.; некоторые европейские страны; &G2 — вкл.; Великобритания, установить режим BO (см. выше)
&Hn	Управление последовательной передачей данных: &H0 — отключено (по умолчанию); &H1 — аппаратное управление (CTS); &H2 — программное управление (XON/XOFF); &H3 — аппаратное и программное управления
&In	Программное управление последовательным приемом данных: &I0 — отключено (по умолчанию); &I1 — XON/XOFF передается на местный модем и удаленный компьютер; &I2 — XON/XOFF передается только на местный модем; &I3 — основной режим; протокол Hewlett-Packard; &I4 — режим терминала; протокол Hewlett-Packard; &I5 — режим ARQ аналогичен режиму &I2; в режиме без ARQ ожидает вашей команды XON/XOFF
&Jn	Выбор телефонного гнезда: &J0 — RJ-11/RJ-41S/RJ-45S; &J1 — RJ-12/RJ-13
&Kn	Сжатие данных: &K0 — отключено; &K1 — автоматический выбор (по умолчанию); &K2 — включено; &K3 — только V.42bis
&Ln	Обычная/сдвоенная линия: &L0 — обычная телефонная линия (по умолчанию); &L1 — сдвоенная линия

Расширенная система команд	
&Mn	Параметры контроля ошибок набора/синхронизация: &M0 — обычный режим, без контроля ошибок; &M1 — синхронный режим; &M2 — синхронный режим 2 (набор номера из памяти); &M3 — синхронный режим 3 (набор вручную); &M4 — режим обычный/ARQ; обычный, если ARQ не удается (по умолчанию); &M5 — режим ARQ; отбой, если ARQ не удается
&Nn	Скорость передачи данных в линии (DCE/DCE): &N0 — обычная работа линии (по умолчанию); &N1 — 300 бит/с; &N2 — 1 200 бит/с; &N3 — 2 400 бит/с; &N4 — 4 800 бит/с; &N5 — 7 200 бит/с; &N6 — 9 600 бит/с; &N7 — 12 Кбит/с; &N8 — 14,4 Кбит/с
&Pn	Соотношение времени размыкания и замыкания линии в импульсах набора: &P0 — для Северной Америки (по умолчанию); &P1 — для Великобритании
&Rn	Аппаратное управление приемом данных (RTS): &R0 — CTS отслеживает RTS; &R1 — игнорировать RTS (по умолчанию); &R2 — передача принятых данных при высоком уровне RTS
&Sn	Игнорировать готовность модема (DSR): &S0 — игнорировать DSR всегда (по умолчанию); &S1 — модем определяет состояние DSR; &S2 — импульсный DSR; CTS после DSR; &S3 — импульсный DSR
&Tn	Тестирование модема: &T0 — окончание тестирования; &T1 — аналоговая петля; &T2 — зарезервирована; &T3 — цифровая петля; &T4 — разрешить форматирование удаленной цифровой петли; &T5 — запретить форматирование удаленной цифровой петли; &T6 — инициация удаленной цифровой петли; &T7 — самопроверка в режиме удаленной цифровой петли; &T8 — самопроверка в режиме аналоговой петли

Расширенная система команд	
&W	Записать текущую настройку в NVRAM
&Xn	Источник синхронизирующего сигнала: &X0 — часы передающего модема; &X1 — оборудование терминала; &X2 — часы принимающего модема
&Yn	Режим разрыва связи. При полном разрыве происходит очистка буфера; сигналы разрыва сразу передаются в линию (если их передача предусмотрена): &Y0 — полный; сигналы разрыва не передаются; &Y1 — полный; сигналы разрыва передаются (по умолчанию); &Y2 — неполный; сигналы разрыва передаются; &Y3 — неполный; сигналы разрыва не передаются
&Zn = L	Сохранение последнего набранного номера в ячейке n NVRAM
&Zn = s	Запись телефонного номера в NVRAM в ячейку n (0–3); не более 36 символов
&Zn?	Выбор телефонного номера из ячейки n NVRAM
%Rn	Дистанционный доступ к контроллеру RCU: %R0 — запрещен; %R1 — разрешен
%T	Включение распознавания тональных сигналов Touche-Tone
Регистровые команды и значения, установленные по умолчанию	
S0	Количество звонков перед автоматическим ответом; DIP-переключатель SW5 — в верхнем положении. По умолчанию задано 1. Если S0 равно нулю, то автоответ отключается, что эквивалентно переводу DIP-переключателя SW5 в нижнее положение
S1	Подсчет и запоминание количества звонков вызова
S2	Определение символа кода конца связи
S3	Определение ASCII-кода возврата каретки (CR)
S4	Определение ASCII-кода перевода строки (LF)
S5	Определение ASCII-кода Backspace
S6	Задержка перед началом набора (с)
S7	Время ожидания появления несущей (с)
S8	Длительность паузы в секундах (команда ",") в последовательности набора и паузы между повторными наборами (команда " > ")
S9	Задержка на 0,1 с между моментом возникновения сигнала несущей и началом распознавания
S10	Задержка на 0,1 с перед отбоем после исчезновения несущей
S11	Длительность тонов при тональном наборе (в мс)
S12	Защитное время для последовательности кода конца связи (квантование по 20 мс)

Регистровые команды и значения, установленные по умолчанию	
S13	Код в регистре: 1 — сброс при исчезновении сигнала DTR; 2 — автоответ в передающем режиме; 4 — не делает паузы при выводе кодов результата; 8 — DSO (набор номера, указанного в памяти) при переходе сигнала DTR с низкого уровня на высокий; 16 — DSO при включении питания и получении команды ATZ; 32 — отключить HST-модуляцию; 64 — отключить протокол MNP уровня 3; 128 — аппаратный перезапуск
S15	Код в регистре: 1 — отключение ВЧ-коррекции; 2 — отключение контрольной обратной посылки в режиме on-line; 4 — принудительная установка скорости обратной передачи 300 бит/с; 8 — установка размера буфера передачи 128 байт (не в ARQ-режиме); 16 — отключение протокола MNP уровня 4; 32 — использование клавиши < Del > в качестве < Backspace >; 64 — необычная MNP-несовместимость; 128 — только для специальных приложений
S16	Код в регистре: 1 — аналоговая петля; 2 — тест набора; 4 — контрольная последовательность; 8 — инициализация удаленной цифровой петли; 16 — зарезервирован; 32 — зарезервирован; 64 — зарезервирован; 128 — зарезервирован
S18	Таймер тестов &Tn, отключен при 0
S19	Установка таймера времени простоя (в мин)
S21	Длительность сигнала разрыва, передаваемого от DCE к DTE (0,01 с)
S22	Определение ASCII-кода XON
S23	Определение ASCII-кода XOFF
S24	Длительность импульса DSR при установке в режим &S2 или &S3 (0,2 с)
S25	Задержка сигнала DTR
S26	Задержка между RTS и CTS в синхронном режиме (0,01 с)

Регистровые команды и значения, установленные по умолчанию	
S27	Код в регистре: 1 — включение модуляции V.21, 300 бит/с; 2 — включение некодированной модуляции V.32; 3 — отключение модуляции V.32; 8 — отключение ответного тона 2 100 Гц; 16 — отключение протокола VNP установления связи; 32 — отключение детектирования фазы V.42; 64 — зарезервирован; 128 — необычная программная несовместимость
S28	Задержка установления связи в стандарте V.21/V.23 (0,1 с)
S32	Параметры переключателя *речь/данные*: 0 — отключен; 1 — снять трубку в передающем режиме; 2 — снять трубку в режиме ответа; 3 — повторный набор последнего номера; 4 — набор номера, хранящегося в ячейке 0; 5 — автоответ включен/выключен; 6 — перезагрузка модема; 7 — инициация удаленной цифровой петли
S34	Код в регистре: 1 — отключение режима V.32bis; 2 — отключение расширенного режима V.32bis; 4 — запрет быстрого перехода на V.32; 8 — включение модуляции V.23; 16 — заменить индикацию MR на DSR; 32 — включить режим MI/MIC; 64 — зарезервирован; 128 — зарезервирован
S38	Задержка отсоединения при исчезновении DTR в процессе ARQ (в секундах)

ARQ (Automatic Repeat Request) — автоматический повторный запрос
CTS (Clear To Send) — сигнал готовности к приему
DCE (Data Communications Equipment) — коммуникативное оборудование
DSR (Data Set Ready) — сигнал готовности данных к передаче
DTE (Data Terminal Equipment) — терминальное оборудование
DTR (Data Terminal Ready) — сигнал готовности терминала
HST (High-Speed Technology) — технология быстрой передачи данных

MI/MIC (Mode Indicate/ Mode Indicate Common) — индикация режима/общая индикация режима

MNP (Microcom Networking Protocol) — сетевой протокол Microcom

MR (Modem Ready) — сигнал готовности модема

NVRAM (Non-Volatile RAM) — ОЗУ с сохранением информации после отключения питания

RCU (Rack Controller Unit) — контроллер устройства

RTS (Request To Send) — сигнал запроса передачи

Справочник по командам DOS

Некоторые из появляющихся проблем можно решить, обладая знаниями не только об аппаратной части компьютера, но и об операционной системе. В этом разделе приводятся сведения о командах DOS.

С операционной системой Windows 98 поставляется DOS версии 7.1, а с Windows 95 — DOS 7.0. В версии DOS 7.*x* включены некоторые возможности, отсутствовавшие в DOS 6.*x*, а именно:

- Приложения Windows можно запускать в режиме командной строки DOS и даже с помощью пакетных файлов.
- Включена поддержка длинных имен файлов.
- Постепенный отказ от драйверов реального режима. Это означает, что для выполнения программ DOS используется обычная память большего размера.
- Каждая программа DOS может обладать своими собственными параметрами и средой (т.е. файлами Config.sys и Autoexec.bat). Эти параметры задаются с помощью вкладок свойств так, что необходимости в создании специальных pif-файлов конфигурации отдельно для каждой программы не возникает.
- Программы DOS можно запускать в сеансе MS DOS, когда необходимо осуществить полный доступ к ресурсам компьютера.
- Окно сеанса DOS содержит панель инструментов для более удобного управления параметрами этого режима работы.
- Доступ к совместно используемым сетевым папкам можно осуществить даже с помощью командной строки.
- Большинство команд DOS является теперь составной частью операционной системы Windows 98.

Windows 98 поставляется вместе с некоторыми компонентами реального режима (например, вместе с файлом Io.sys), которые функционируют подобно системе DOS. В действительности они работают лишь до тех пор, пока Windows 98 не перейдет в защищенный режим. Функциональная часть DOS включает следующие компоненты:

- файл Command.com, который является интерпретатором команд DOS (таких, например, как Copy и Dir);
- несколько внешних команд DOS, например, таких как Format.com и Xcopy.exe.

В Windows 95 (а также в Windows 98) специалисты из Microsoft расширили одни команды, устранили поддержку других команд, а также разместили некоторые устраненные команды DOS на компакт-диске.

В приведенной ниже таблице перечислены внутренние команды DOS, которые доступны благодаря новой версии Command.com, поставляемой вместе с Windows 98.

Внутренние команды Windows 98

Команда	Описание
BREAK	Включение/выключение режима обработки нажатия комбинации клавиш <Ctrl+C>
CD	Переход к указанной папке или (при запуске без указания параметров) отображение имени текущей папки
CHCP	Отображение номера текущего набора символов (кодовой страницы). Эту команду можно также использовать для смены активного набора символов для всех устройств, которые поддерживают переключение наборов символов
CHDIR	То же, что и для команды CD
CLS	Очистка экрана
COPY	Копирование одного или нескольких файлов в указанное место
CTTY	Смена типа терминала, используемого для управления компьютером
DATE	Отображение или установка текущей даты
DEL	Удаление указанных файлов
DIR	Отображение списка файлов и подчиненных папок, которые находятся в текущей или указанной папке
ERASE	Удаление указанных файлов
EXIT	Прекращение работы программы Command.com с продолжением работы с программой, которая использовалась до запуска Command.com
LH	Загрузка программы в верхнюю память (UMB)
LOADHIGH	То же, что и для команды LH
LOCK	Блокировка диска, обеспечивающая прямой доступ к нему со стороны приложения
MD	Создание папки
MKDIR	То же, что и для команды MD
PATH	Указание папок, в которых системе Windows 98 следует выполнить поиск запускаемых файлов
PROMPT	Изменение внешнего вида приглашения в командной строке
RD	Удаление папки
REN	Изменение имени указанного файла или группы файлов
RENAME	То же, что и для команды REN
RMDIR	То же, что и для команды RD
SET	Ввод, установка и удаление переменных среды
TIME	Отображение или задание текущего времени
TYPE	Отображение содержимого указанного текстового файла
UNLOCK	Снятие блокировки с диска и отмена прямого доступа к нему со стороны приложения
VER	Отображение номера версии операционной системы
VERIFY	Указание операционной системе на необходимость проверки корректной записи данных на диск и отображения отчета о такой проверке
VOL	Отображение метки и серийного номера тома для диска

Внешние команды DOS располагаются внутри папки Command, которая, в свою очередь, находится внутри основной папки Windows 98. В приведенной ниже таблице перечислены внешние команды DOS, которые поставляются вместе с Windows 98.

Внешние команды DOS (утилиты), которые поставляются вместе с Windows 98

Команда	Описание
`Attrib.exe`	Отображает или изменяет атрибуты указанных файлов
`Chkdsk.exe`	Проверяет диск с целью обнаружения поврежденных кластеров (и по желанию устраняет их). Программа ScanDisk выполняет работу по обнаружению и устранению ошибок жестких дисков более тщательно
`Choice.com`	Используется в пакетных файлах для предоставления пользователю возможности выбора одного из нескольких вариантов продолжения работы
`Command.com`	Запускает новый экземпляр интерпретатора команд. Этот файл обычно находится в корневом каталоге загрузочного диска
`Cscript.exe`	Запускает сценарии Windows Scripting Host
`Cvt.exe`	Преобразует файловую систему FAT в файловую систему FAT 32
`Debug.exe`	Тестирует и редактирует выполняемые файлы
`Deltree.exe`	Удаляет папку вместе со всеми файлами и подчиненными папками в ней
`Diskcopy.com`	Создает полную копию гибкого диска
`Doskey.com`	Резидентная программа, которая вызывает команды, редактирует предыдущие команды и запускает макросы
`Edit.com`	Запускает текстовый редактор, который можно использовать для создания и редактирования текстовых файлов формата ASCII
`Extract.exe`	"Разжимает" файлы из cab-архивов
`Fc.exe`	Сравнивает два файла и отображает различия между ними
`Fdisk.exe`	Запускает утилиту Fdisk
`Find.exe`	Осуществляет поиск в файлах указанной текстовой строки
`Format.com`	Форматирует диск
`Iextract.exe`	Раскрывает сжатый файл формата dat программы Internet Explorer
`Keyb.com`	Настройка клавиатуры для работы с нужным языком
`Label.exe`	Создание, изменение или удаление метки тома для дисков
`Mem.exe`	Вывод сведений о полной и свободной системной памяти компьютера
`Mode.com`	Конфигурирование системных устройств: принтер, последовательный порт или адаптер дисплея; частота опроса нажатий клавиш клавиатуры; переадресация печати не через параллельный, а через последовательный порт; готовит, отбирает, корректирует или отображает номер раскладки клавиатуры (кода страницы) для параллельного принтера или клавиатуры и экрана; а также вывод сведений о состоянии всех устройств, инсталлированных в компьютере
`More.com`	Последовательный вывод данных по частям размером в один экран
`Move.exe`	Перемещает файлы и переименовывает папки
`Mscdex.exe`	Загружает драйвер накопителя CD-ROM реального режима

Окончание таблицы

Команда	Описание
`Nlsfunc.exe`	Загружает сведения о национальных стандартах
`Scandisk.exe`	Версия программы ScanDisk реального режима
`Scanreg.exe`	Проверяет системный реестр с целью обнаружения ошибок
`Sort.exe`	Считывает входные данные, сортирует их и передает результаты на экран, в файл или другое устройство
`Start.exe`	Позволяет установить различные параметры для запуска приложений DOS и Windows
`Subst.exe`	Сопоставляет заданный путь имени диска
`Sys.com`	Создает загрузочный диск с копированием системных файлов Windows 98 и файла Command.com
`Xcopy.exe`	Расширенная команда копирования
`Xcopy32.exe`	32-разрядная версия команды Xcopy

Кроме того, специалисты Microsoft удалили из состава пакета программ Windows 98 несколько команд DOS. Многие из этих команд либо устарели (например, как программа Ega.sys), либо их небезопасно использовать (например, Recover). Некоторые из этих команд, однако, можно найти на инсталляционном компакт-диске Windows 98 в папке Tools\oldmsdos\. Они представляют собой команды DOS 6.22, которые не были обновлены для использования с Windows 98. Список таких команд приводится в следующей таблице.

Старые команды DOS, которые находятся на инсталляционном компакт-диске Windows 98

Команда	Описание
`Help.com`	Отображает на экране описание, синтаксис и примеры использования команд DOS. Кроме того, имеется файл Help.hlp
`Msd.exe`	Программа диагностики компьютера
`Qbasic.exe`	Среда программирования приложений QBASIC. Имеется файл Qbasic.hlp

Ниже приведен список команд DOS, которые полностью удалены из состава пакета программ Windows 98.

APPEND	ASSIGN	BACKUP	CHKSTATE
COMP	DOSSHELL	EDLIN	FASTHELP
FASTOPEN	GRAFTABL	GRAPHICS	INTERLNK
INTERSVR	JOIN	LOADFIX	MEMCARD
MEMMAKER	MIRROR	MSAV	MSBACKUP
POWER	PRINT	RECOVER	REPLACE
RESTORE	SETVER	SHARE	SIZER
SMARTMON	TREE	UNFORMAT	UNDELETE
VSAFE			

Предметный указатель

1

100BaseT, 627
101/102 клавишная клавиатура, 405
1540C, 595
1542C, 595
16550A, 252

3

32-разрядный доступ к диску, 887
3-D
  Accelerator, 493
  Animation, 486

5

56Kflex, 607
5v_Standby, 362

6

640 Кбайт, 324

8

80487, 108
82C550, 820
8-миллиметровая видеолента, 716

A

A20, 342
ABIOS, 341
Accelerated Graphics Port, 247
Accupoint, 444
ACPI, 811
Adaptec, 594; 731
Adobe Type Manager, 766
AdobePS, 767
ADPCM, 738
Advanced BIOS, 341
AGP, 247; 819
ALI Aladdin, 820
Alternative 2, 576
AMD, 88
AMD K5, 820
AMI, 199
AMIDiag, 841
ANSI, 571
APM, 811
Apple, 20
ARCnet, 625
ARRL, 636
ASPI-Manager, 731
ATA, 554
ATA-2, 563
ATAPI, 567
ATX, 172; 816
AT-команды, 600
Average seek time, 672
AVI, 492
AVI Apollo MVP3, 821
Award, 203

B

Baby-AT, 169; 816
Bell 103, 601
Bell 212A, 601
Bernoulli, 705
BIOS, 338; 821; 871
  совместимость, 198
Boot, 691
BPI — bits per inch, 699
Branch Target Buffer, 111
Bus master, 471
B-канал, 607

C

Calibrate, 842
Card Services, 807
CAV, 725
CCITT, 599
CCS, 571
CD-DA, 737
CDFS, 731
CD-R, 741
CD-ROM, 723
CD-ROM Ready, 739
CD-RW, 742
Celeron, 154
Centronics, 576
CGA, 329; 462
Checkit Pro, 841
Checksum, 644
CISC, 55; 110
Cluster, 880
CLV, 725
CMOS, 400
COM1, 534
COM2, 534

Cps, 777
CPU, 271
Creative Labs, 825
CSP, 605
Cyrix, 88
Cyrix M1, 820

D

DAT, 716
Data transfer rate, 672
DBR, 691
DDS, 717
Deschutes, 154
Desktop, 816
Desktop Video (DTV), 490
DIB, 157
DIMM, 293; 318; 822
DIS, 604
Disk Manager, 562
Disk Doctor, 842
Diskeeper, 914
DLT, 717
DMA, 252
Docking station, 813
DOS, 869
DoubleSpace, 875
DPMS, 456
DRAM, 275
DriveSpace, 875
DVD, 743
DVD-ROM, 747
D-канал, 608

E

ECC, 315
ECHS, 565
ECP, 540
EDO, 482; 823
EEPROM, 821
EGA, 330; 464
EIDE, 563
EISA, 224
EMM386.EXE, 351
EMS, 344
Enabler, 808
Energy Star, 383; 455
Enhanced Music CD, 739
EPP, 540
EPROM, 701
Error Correcting Code, 315
ESDI, 553
Ethernet, 625
Expanded, 344
Explorer, 888
Extended, 341

F

FAT, 649; 691; 890; 901
FAT 32, 649; 889; 905
FDDI, 627
FDISK, 681
Flash ROM, 821
FM, 635
FTP, 629
Full Tower, 816
Full-size AT, 816

G

Glidepoint, 445

H

Hayes, 600
HDA, 651
Hibernate, 811
Hi-Flex, 199
High Sierra, 736
HIMEM.SYS, 342; 351
HMA, 342
HST, 604

I

IDE, 554
IDE/ATAPI, 730
IDEDIAG, 560
IDEINFO, 560
IEEE 1284, 541
IEEE 1394, 548
Int 13h, 882
Int 21h, 882
Int 25h, 882
Int 26h, 882
Intel 430FX PCIset, 820
Intel 430HX PCIset, 820
Intel 430TX PCIset, 820
Intel 430VX PCIset, 820
Intel 440BX AGPset, 819
Intel 440FX PCIset, 819
Intel 440LX AGPset, 819
IntelliMouse, 442
Interlaced, режим, 455; 458
Interleave, 673
Interlink-кабель, 543
Iomega, 704
Iomega Zip, 707

IPX, 630
IRQ, 248
ISA, 214
ISDN, 607
ISO 9660, 735
ITU, 599

J

Jaz, 708
JPEG, 491

K

K56Flex, 603
Keypad, 406
Kodak, 739

L

LAN, 610
Laptop, 789
Large, 565
LBA, 565
LCD-дисплей, 451;792
LCD-панель, 812
LCD-проектор, 812
LIM, 96; 344
Lotus Intel Microsoft, 96
Low Profile, 816
LPX, 171; 816
LR — low-radiation, 457
LR-мониторы, 457
LS-120, 705

M

Main board, 169
Master, 558
MBR, 681; 894
MCA, 218
MCGA, 468
MCM, 135
MDA, 329; 461
MDRAM, 482
MemCor, 651
MEMMAKER, 351
MFM, 635; 696
MFT, 913
Micro-ATX, 816
Microscope, 562; 841
Microsoft, 21
MIG-головки, 655
Mini-Tower, 816
MMX, 55; 117
MNP, 604
  класс 1, 605
  класс 2, 605
  класс 3, 605
  класс 4, 605
  класс 5, 605
Motherboard, 169
MPEG, 491
MPEG1, 161
MPH (миль/ч), 643
MPR I, 457
MPR II, 457
MSCDEX, 731; 752
MSD, 349; 536
MSD (Microsoft Diagnostics), 843
MTBF, 671

N

National Semiconductor, 534
NDIAGS, 842
NetBEUI, 630
NiCd, 810
NiMeH, 810
NLX, 175
Normal, 565
North Bridge, 184; 800
Norton Utilities, 842
Notebook, 790
NPX, 816
NS16550AFN, 534
NS16550AN, 534
NTFS, 649; 891; 912
NTSC, 813; 488
NVRAM, 400

O

OEM, 199
Opti Viper, 820
OSI, 612
OverDrive, 105

P

PAL, 488; 813
Partition Magic, 908
PC Technician, 842
PC Card, 802; 804
PC DOS, 875
PCMCIA, 804
PDL, 760
Pentium, 110
Pentium MMX, 117
Pentium OverDrive, 107
Pentium SX, 67

Pentium II, 143
Pentium Pro, 134
PGA, 61; 467
Phoenix, 203
Phoenix BIOS, 837
PhotoCD, 740
PIO, 566
Plug-and-Play, 266
PnP, 266
POST, 198; 835; 836
PostScript Type 1, 766
POST-плата, 840
Power_Good, 356; 370
Power_On, 362
ppm, 777
PRML, 639
PROM, 277
PS/2, 823

Q

QEMM, 353
QIC, 711
QUAPlus/FE, 843

R

RAMBoost, 352
Registry, 888
Reset, 371; 831
RISC, 55
RLL, 635
ROM, 275
ROM BIOS, 821; 836; 871
Root Directory, 649
RPM (об/мин), 643
RS-232c, 528
RTC/NVRAM, 400

S

SCSI, 264; 569; 749
SCSI/ASPI, 730
SCSI-2, 731
SCSI-3, 575
SEC, 61
SECAM, 488
SGRAM, 482
Shadowing, 346
SIMD, 118
SIMM, 293; 822; 853
SL Enhanced, 103
Slave, 558
Slimline, 360; 816
Slot 1, 74
SMARTDRV, 674
SMI, 96; 103
SMM, 54; 103
SMP, 115
SMTP, 629
Socket Services, 806
Sound Blaster 16, 263; 825
South Bridge, 184; 800
Speedisk, 842
SPGA, 61; 71; 797
SPS, 397
SPX, 630
SRAM, 275
ST-506/412, 550
Static RAM, 275
STP, 620
Subnotebook, 790
Suspend, 811
SVGA, 473
SWEDAC, 457
Symmetric Multi-Processing, 115
SyQuest, 707
SYSINFO, 842
System Management Interrupt, 96; 103
System Management Memory, 103

T

T-1, 608
T-3, 608
TAB, 797
Tape Carrier Packaging, 114
TCP, 61
TCP/IP, 629
TDH, 525
TELNET, 629
TFT-дисплей, 793
Thick Ethernet, 621
Thin Ethernet, 621
ThinkPad, 801
Token Ring, 626
Tower, 359
TPI (Track Per Inch — дорожек на дюйм), 686
TPI — track per inch, 699
Trackball, 809
Trackpad, 809
Trackpoint, 443; 809
Travan, 718
Trinitron, 451
TrueType, 766

U

UART, 197; 531

16450, 531
16550, 531
16550AF, 533
16550A, 531
8250, 531
Ultra SCSI, 574
UPS, 398
USB, 161; 545; 819
UTP, 620

V

V.21, 601
V.22, 602
V.22bis, 602
V.23, 602
V.29, 602
V.32, 602
V.32bis, 602
V.32fast, 602
V.34, 602
V.42, 603
V.42bis, 603
V.90, 603; 607
V.FC, 602
VBS — Volume Boot Sector, 649
VCASHE, 674
VESA, 230
VFAT, 904
VGA, 331; 468
VID, 152
VRAM, 482
VRM, 118
V-Series, 605

W

WD1003, 560
Weitek, 97
Windows, 93
Windows for Workgroups, 886
Windows 3.1, 886
Windows 9x, 887
Windows NT, 890
WORM, 741
WRAM, 482
WYSIWYG, 454

X

X2, 603
XGA, 471
XMS, 342

Z

ZIF, 61; 819

А

Автоматическая очистка линз, 734
Автоматическая парковка, 665
Автономная работа системы, 810
Адаптер
8514/A, 467
ARCnet, 625
EGA, 464
Ethernet, 625
MCGA, 468
SVGA, 473
Token Ring, 626
VGA, 468
XGA, 471
Адрес, 326
порта, 254
Адресация, 326
Азимут, 660
Акклиматизация, 667
Акклиматизация жесткого диска, 667
Активная матрица, 452
Активное профилактическое обслуживание, 854
Алгоритм
восходящего поиска, 881
первого свободного кластера, 880
следующего свободного кластера, 880
Амплитудно-фазовая модуляция, 601
Анализ потока данных, 132
Аналоговое управление, 459
Антибликовый экран, 457
Антивирусные программы, 862
Антистатический коврик, 828
Аппаратная конфигурация, 813
Аппаратная
перезагрузка, 356
прерывания, 248
Архитектура двойной независимой шины, 133
Асинхронное устройство, 597
Асинхронный интерфейс, 527
Асинхронный режим передачи, 629
Ассемблер, 870
ATM, 629
Атрибут файла, 901

Б

Базовая система ввода-вывода, 198

Байт идентификации
системы, 897
Банк памяти, 306; 318
Барабан, 771
Барьер основной памяти, 323
Батарея, 809
литий-полимерная, 810
литий-ионная, 810
никель-кадмиевая, 810
никель-металлоги-дридная, 810
Беременность, 456
Бит
данных, 598
стартовый, 597
стоповый, 597
Бит в секунду (бит/с), 600
Бит на дюйм, 640
Бит четности, 312
Битовая ячейка, 632
Блок HDA, 642
Блок параметров диска, 898
Блок питания, 816
сервера, 617
Блок распределения
тонера, 770
Бод, 600
Буфер поиска, 550
Буферы
опережающего считывания дорожки, 674
полосы, 769
Быстродействие, 42; 271
компьютера, 42
процессора, 42

В

Вакуумное напыление, 655
Валик распределения тонера, 770
Варистор, 396
Ведомый, 610
Ведущий, 610
Векторная графика, 762
Вентилятор, 826
Версии DOS, 874
Верхняя память, 326
Видеоадаптер, 460
Видеопамять, 328
Видеоплата, 460
Винчестер, 640
Виртуальная
машина, 889
память, 93; 887
таблица размещения файлов, 904
Виртуальный реальный режим, 53
Виртуальный режим, 95; 341
Витая пара, 620
Внешний дисплей, 812
Внешняя команда DOS, 873
Внутренняя команда DOS, 873
Воздушная подвеска, 643
Волоконно-оптический кабель, 622
Восстановление
данных, 909
файлов, 881
Время
доступа, 283; 309
послесвечения, 450
Всплеск напряжения, 396
Вспомогательный клин, 663
Встроенный
код, 664
кэш, 55
накопитель CD-ROM, 748
Выброс напряжения, 396
Выдвижные лотки, 733
Выносная плата, 213
Высокая плотность, 695
Высокоуровневое форматирование, 682
Выходной растровый сканер, 770

Г

Гаечные ключи, 847
Гарнитура, 764
Генератор одиночных импульсов, 852
Герц, 42
Гибкий оптический диск, 705
Главная
загрузочная запись, 894
таблица файлов, 913
загрузочный код, 895
Головка, 631; 683
Головки
магниторезистивные, 656
с металлом в зазоре, 655
стеклоферритовые (композитные), 655
тонкопленочные, 655
ферритовые, 654
чтения/записи, 653
Горячая загрузка, 371; 877
Графический интерфейс пользователя, 887
Громкость, 513; 523
Группа
X3, 571
X3T9, 571
X3T9.2, 571

Д

Двойная плотность (Double Density), 635; 694
Двойное сканирование, 452
Двунаправленный порт, 539
Декодер, 634
Дескриптор, 913
Дефект
  процессора 80386, 97
  процессора Pentium, 118
Дефрагментация диска, 862; 912
Джойстик, 446
Диагностика, 386
Диагностические программы, 835
Диаметр Земли, 643
Динамическая оперативная память, 281
Динамическая стабилизация импеданса, 604
Динамическое выполнение, 56
Динамическое запоминающее устройство с произвольным порядком выборки, 275
Дискета, 696; 698
Дисковод, 683; 692
Дискретизация, 509; 516
Дискретный звук, 509
Диспетчер
  виртуальных машин, 889
  устройств Windows 9x, 844
Дисплей, 792
  активно-матричный, 793
  внешний, 812
  двойного сканирования, 792
  разрешение, 795
Длина сетевых кабелей, 625
Длинное имя файла, 904
Домен, 631; 891
Дополнительная память, 341
Допустимый диапазон температур, 863
Дорожки, 641
Драйвер
  HIMEM.SYS, 342
  принтера, 766
Дуплексный режим, 601
Дюймовая и метрическая меры, 850

Е

Емкость накопителя, 639

Ж

Желтая книга, 735
Жесткий диск, 640; 824
  32-разрядное подсоединение, 556
  установка, 677
  файл-сервера, 616
Жидкокристаллический дисплей, 451; 792
ЖК-экран с двойным сканированием, 452

З

Заголовок, 644
Загрузка компьютера, 877
Загрузочный
  сектор, 649; 898
  (Boot Sector), 691
  сектор главного раздела, 894
Зажим, 848; 849
Заключение, 644
Закон Шеннона, 606
Закрепление тонера, 771
Запаздывание, 672
Запись, 503
Запись белого, 770
  с постоянной линейной скоростью, 725
  с постоянной угловой скоростью, 725
  черного, 770
Запоминающие устройства с произвольным доступом, 273
Зарядный коротрон, 770
Затенение ROM, 346
Защита от электростатического разряда, 827
Защищенный режим, 93; 95
Звездообразная отвертка типа Torx, 848
Звездообразная топология, 623
Звук, 508; 522
Звуковая плата, 497; 507
Звуковой сигнал, 836
Зеленая книга, 735
Зернистость, 455; 459
Зона смены знака, 632
Зонная запись, 647

И

Игра, 498
Игровой адаптер, 446
Идентификатор сектора, 646
Иерархия приоритетов, 249
Излучение, 456
  копировальных аппаратов, 457
  мониторов, 456; 457
  перед экраном, 457
Измерительный прибор, 387
Индексное отверстие дискеты, 697
Индикатор ресурсов, 844
Инструмент, 846

Интегральная схема, 19
Интервал включения
записи, 646
Интерполяция, 758
Интерпретатор, 768
Интерфейс
ESDI, 553
IDE, 554
IDE/ATAPI, 731
SCSI, 569
SCSI/ASPI, 731
ST-506/412, 550
сравнение SCSI и IDE, 589
Интерфейс двухпроцессорного режима DP, 115
Интерфейсный разъем, 670
Информация
кодирование, 632
ИС, 19
История развития ПК, 19
Источник
аварийного питания, 397

К

Кабель для локальной сети, 620; 624; 826
Кадр, 612
Канал прямого доступа к памяти, 252
Каналы запросов
прерывания, 248
Каскад, 250
Каталог, 899
Квартетная передача сигналов, 628
Кварц, 42
Клавиатура Microsoft, 408; 403; 808
Клавиша, 410
Кластер, 691; 880; 901; 902
Клон, 92
Кнопка
Reset, 831
Turbo, 831
перезапуска системы, 371
Коаксиальный кабель, 621
Код
Грея, 661
звуковой, 836
Кодер/декодер, 634
Кодирование, 551
цвета, 471
с ограничением длины поля записи, 635
Коды
коррекции ошибок, 646; 726
с исправлением ошибок, 315
Количество дорожек на дюйм, 640
Коллизия, 625
Кольцевая топология, 624
Командный
процессор DOS, 873
Команды
HP-GL/2, 761
PCL, 760
PJL, 761
Компакт-диск
встроенные буферы, 730
технология записи, 724
Комплект ESD, 849
Конвейерный пакетный
кэш, 822
Консервная банка, 550
Консорциум DDR, 287
Контейнер, 732
Контроллер
WD1003, 560
памяти, 211
прерываний, 250
прерываний APIC, 115
Контроль четности, 822
Контрольная сумма, 644
Конфликт
прерываний, 252
ресурсов, 258
Корневой каталог, 649; 691; 899
Коротрон, 770
Корпус
TCP, 114
с односторонним контактом, 61
Коррекция, 603
Коэрцитивная сила, 699
Коэффициент
совпадения, 289
успеха, 289
Красная книга, 735
Крепежные детали, 849
Кривизна экрана, 451
Кэш, 49
L1, 289
L2, 289
внешний, 289
внутренний, 289
встроенный, 289
вторичный, 289
уровня 1, 289
уровня 2, 289
Кэширование, 674
Кэш-контроллер, 49
Кэш-память, 49; 287

Л

Лазерный проигрыватель, 755
Линейная плотность, 699
Линейный
  адрес, 327
  привод, 660
Линза, 726
Линия A20, 342
Лицевая панель, 670; 687
Логический
  диск, 647
  пробник, 852
Локальная сеть, 610
Лэптоп, 789
Люминофор, 450

М

Магнитный
  диск, 651
  материал, 651
Магнитный слой, 699
Магнитопровод, 631
Магниторезистивные
  головки, 656
Максимально возможный размер раздела FAT, 903
Маркер, 626; 627
Маркировка, 306
Маскируемые прерывания, 249
Мастер-диск, 724
Масштабируемый шрифт, 765
Материнская плата, 169
Матричные принтеры, 773
Машинный язык, 870
МГц, 42
Мелькание, 450
Метрические гаечные
  ключи, 849
Механизм загрузки компакт-диска, 732
Механизмы привода
  головок, 658
Микропроцессор, 39
Микросхема
  Cx5510, 160
  UART, 531
  16550A, 252
  Super I/O, 180; 196
Микросхемы
  BIOS, 694
  OTP, 278
Микрофон, 526
Микшер, 506
Мини-картридж, 801
Мини-кассета, 711
Многозадачность, 342
Многозадачный режим, 887
Многофункциональное устройство, 776
Многочастотный монитор, 450
Множественное предсказание ветвлений, 132
Мобильный модуль, 800
Модем, 597
  ISDN, 607
Модифицированная частотная модуляция (MFM), 632; 635
Модули памяти
  Rambus Inline Memory Modules, 286
  RIMM, 286
Модуляция, 600
  амплитудно-фазовая, 601
  фазовая, 601
  частотная, 601
Монитор, 449
Моно и стерео, 513
Мощность
  звуковых плат, 511
  колонок, 525
Мощность блоков питания, 373
Мультимедиа, 498
Мультиметр, 387; 851; 852
Мышь, 434
  типа PS/2, 825

Н

Набор микросхем, 819
Набор микросхем системной логики
  Intel 430FX, 188
  Intel 430HX, 189
  Intel 430LX, 187
  Intel 430NX, 187
  Intel 430TX, 190
  Intel 430VX, 190
  Intel 440BX, 196
  Intel 440EX, 195
  Intel 440FX, 194
  Intel 440LX, 195
  Intel 450KX/GX, 194
  Mercury, 187
  Natoma, 194
  Neptune, 187
  Orion Workstation/Server, 194
  Triton, 188
  Triton II, 189
  Triton III, 190
  Triton IV, 190

Наглядное сравнение жесткого диска, 642; 643
Наклонно-строчная запись, 716
Накопитель
CD-R, 741
CD-ROM, 824
CD-ROM XA, 737
CD-RW, 742
DAT, 716
DVD, 743
QIC, 713
автоматическое определение типа, 680
выбор, 676
для военных и промышленных целей, 667
емкость, 675
конфигурация, 745
монтаж, 679
на магнитной ленте, 709
со сменными носителями, 704
Накопитель CD-ROM
Windows 3.x, 754
Windows 9x, 755
Windows NT 4.0, 755
внешний, 734
внутренний, 734
время доступа, 729
интерфейс, 730
многократная запись, 737
скорость передачи данных, 728
устранение проблем, 755
Напильник, 849
Напряжение, 865
Неверный файл или каталог, 909
Неразрушающее форматирование, 681
Неэкранированная витая пара, 620
Низкая плотность, 696
Ноутбук, 790
Нуль-модемный кабель, 609

О

Обеспечение безопасности файлов и каталогов, 913
Область данных, 903
Обновление
BIOS, 204
версии DOS, 875
Оболочка, 872
Обратная связь, 661
Объединительная плата, 179
Оверклокинг, 117
Оглавление тома, 735
Одинарная плотность (Single Density), 635
Однонаправленный порт, 539
Озон, 770
Окисление контактов, 823
Оперативная память, 273
Описание
PostScript-принтера, 767
Оранжевая книга, 735
Основная память, 324
Остаточная намагниченность, 632
Отверстие для датчика типа дискеты, 698
Отвертка, 847
Отсос для припоя, 850
Охлаждение, 81
Ошибка FDIV, 118
Ошибки
FAT, 909
файловой системы, 908

П

Пакет, 612
Пакетный кэш, 822
Память, 822
BEDO, 285
BIOS видеоадаптеров, 334
BIOS контроллера жесткого диска, 334
Burst EDO, 285
Burst Extended-Data-Out Dynamic Random Access, 285
DDR, 287
DRAM, 281
EDO, 284; 823
EEPROM, 280
EMS, 324
EPROM, 279
Extended Data Out, 284
Fast Page Mode, 283
flash ROM, 280
FPM, 283
Hyper Page Mode, 284
Nibble Mode, 283
Rambus DRAM, 286
Rambus, 286
RDRAM, 286
ROM, 275
SDRAM, 285
Static Column, 283
Static RAM, 287
Synchronous DRAM, 285
XMS, 324

адаптера CGA, 329
адаптера EGA, 330
адаптера VGA, 331
альфа-частицы, 311
буфер обмена, 337
графических ускорителей, 334
дополнительная, 324
монохромного адаптера, 329
область верхних адресов, 324
основная, 324
основного адаптера SCSI, 334
ПЗУ адаптеров, 334
принтера, 763
расширенная, 324
резервная, 326
сбои, 311
сетевых адаптеров, 336
СППЗУ, 280
файл-сервера, 616
Параллельный порт, 538
Парковка, 665
Пассатижи, 849
Пассивная матрица, 452
Паяльник, 850
Паяльные принадлежности, 850
Перегрев, 81
компонентов компьютера, 791
Передаточный коротрон, 771
Передача сжатых файлов, 604
Перезагрузка, 356
Перезапуск системы, 371
Перемычка
смены дискеты, 691
Переполнение буфера принтера, 768
Пересекающиеся файлы, 908
Персональный компьютер, 20
Печатающее устройство, 769
Печать из DOS, 778
ПЗУ, 275
Пиксель, 454
Пинцет, 848
ПК, 19
Пластины Бернулли, 706
Плата
ATX, 172
LPX, 171
Mini-LPX, 171
NLX, 175
VGA, 469
активная, 179
пассивная, 179
сетевого адаптера, 619
управления, 669; 686
Платы адаптеров SCSI, 264
Пленочный корпус, 114
Плотность записи (density), 699
Поверхностная плотность записи, 640
Поворотный привод, 661
Подкаталог, 899
Подручные инструменты, 847
Позиционирование, 685
Ползунок, 657
Полноразмерная плата AT, 171
Поломка головки, 642
Полоса пропускания, 211
Полудуплексный режим, 601
Полупроводниковый лазер, 726
Последовательность escape-кодов, 760
Последовательный порт, 527
Послеиндексный интервал, 646
Постоянное запоминающее устройство, 275
Потери дискового пространства, 906
Потерянные кластеры, 908
Потребление энергии мобильной системой, 810
Починка мониторов, 495
ППЗУ, 277
Предындексный интервал, 646
Преобразование секторов, 672
Прерывание, 248
Int 13h, 882
Int 21h, 882
Int 25h, 882
Int 26h, 882
SMI, 103
Прерывания
PCI, 246
в 16-разрядной шине ISA, 250
в 8-разрядной шине ISA, 250
Привод, 685
головок
с подвижной катушкой, 658
Привод головок, 658; 683
с шаговым двигателем, 658
Принтер в Windows, 779
Приоритетность запросов, 628
Приостановка, 811
Приспособление
для извлечения микросхем, 847
для резки и зачистки проводов, 849
Приспособления для удаления пыли, 857
Проверка четности, 311
Проводник, 888

Программа
ANSI.SYS, 352
Chkdsk, 909
FDISK, 681; 894
MEMMAKER, 350
Microsoft Diagnostic, 349
MSCDEX, 752
неразрушающего форматирования, 681
CMOS Setup, 339
Программирование ППЗУ, 278
Программы резервного копирования, 722
Прозрачная жидкокристаллическая панель, 812
Происхождение персональных компьютеров, 19
Просмотр событий, 846
Противоударная подвеска, 675
Протокол, 599
Профилактическое обслуживание принтера, 783; 854
Процедура
POST, 833
обработки прерываний, 870
Процессор
Процесс интерпретации кода, 768
Процессор
286, 92
386, 94
386DX, 95
386SL, 96
386SX, 96
486, 99
486DX, 101
486SL, 103
486SX, 104
586, 110
6x86, 161
6x86MX, 161
80186, 92
80188, 92
AMD, 88
AMD-K6, 158
Cyrix, 88
DX2/OverDrive, 105
DX4, 105
DX4 OverDrive, 107
MediaGX, 160
MII, 161
Nexgen Nx586, 158
Nx586, 158
Pentium, 110
Pentium III, 154
Pentium MMX, 117
Pentium SX, 67
Pentium II, 143
Pentium Pro, 134
RISC, 110
защищенный режим, 887
корпус TCP, 797
мобильный Pentium, 796
мобильный Pentium II, 796
мобильный модуль, 800
файл-сервера, 616
Процессорный комплекс, 180
Пункт, 765
Пылесос, 858
Пьезоэлектрическая струйная печать, 772

P

Рабочая станция, 615
Рабочий слой диска, 651
Радиальная плотность, 699
Радиопомехи, 866
Разбиение диска на разделы, 647
Разбиение жесткого диска на разделы, 681
Развертка, 450
Раздел, 649; 681
Разделительная призма, 726
Размер экрана, 453
Размытость, 450
Разрешающая способность, 454
Разрешение монитора, 454; 459; 758
Разрядность звука, 509
Разрядный коротрон, 771
Разъем
IDE на системной плате, 555
SCSI, 576
дисковода, 687
накопителя на жестком диске, 669
Разъем-заглушка, 537
Распознавание речи, 504
Расслоение памяти, 284
Растеризация, 769
Растровая графика, 762
Растровый шрифт, 765
Расширенная память, 344
Расширители DOS, 54
Реальный режим, 292
Регенерация, 450
Регистр, 47
Режим
ECHS, 565
Large, 565

LBA, 565
Normal, 565
многозадачный, 887
программного ввода-вывода (PIO), 566
стандартный, 887
Резервное копирование системы, 854
Ременная передача, 686
Ремонт
блока питания, 392
дисковода, 702
звуковых плат, 519
клавиатуры, 429
мыши, 439
Ресурсы, 248; 258
Речевые комментарии, 504
Речь, 504

С

Сбои памяти, 311
Сведения о системе, 845
Сглаживание неровностей шрифтов, 765
Сдваивание, 111
Сегмент, 326
Сектор, 644
идентификатор, 646
Секторы, 641
Сервер, 616
Серводвигатель, 726
Сервокод, 660; 662
Сервопривод, 660
Сетевая розетка, 853
Сетевой
адаптер, 610
протокол, 614
фильтр-стабилизатор, 397
Сетевые интерфейсные платы, 264
Сеть, 623
клиент/сервер, 611
одноранговая, 611
Сжатие данных на диске, 875
Сжатие файлов, 604
Сигнал
DA/SP, 559
Power_Good, 356; 370
Power_On, 362
RDY, 692
Ready, 692
синхронизации, 634
смены дискеты, 691
Силиконовая смазка, 858
Символы в секунду, 777
Синхронизация, 634; 768
Синхронная динамическая оперативная память, 285
Синхросигнал, 634
Система
ввода-вывода, 872
прямого привода, 686
с обратной связью, 660
с открытой архитектурой, 614
слежения за дорожками, 660
Системная плата, 169; 267
Системный
монитор, 844
реестр, 888
Скан-код, 417
Сквозная запись, 50
Скорость
вращения дисковода, 686
передачи данных, 211; 672; 673
передачи, 600
печати, 774; 777
Слой
метод напыления, 652
оксидный, 652
тонкопленочный, 652
тонкопленочный гальванизированный, 652
Слот, 212
Смена
дискеты, 691
знака, 634
Смещение секторов, 327; 675
Совет JEDEC, 299
Совместимость лент, 714
Совместное использование принтера в локальной сети, 782
Сопла, 772
Сопроцессор, 82
487SX, 104
487SX, 108
80287, 94
80387, 97
8087, 92
Weitek, 97
Спекулятивное выполнение, 132
Специализированный диск, 665
СППЗУ, 277
Спулинг печати, 768
Среднее время доступа, 672
Среднестатистическое время

между сбоями, 671
поиска, 672
Средства для чистки и смазки контактов, 857
Стандарт
ATA, 557
ATA-2, 563
DLT, 717
DVD, 743
IEEE 1284, 541
ISO 9660, 735
MPR II, 457
MPR I, 457
OSI, 612
QIC, 711
SCSI-3, 575
SVGA, 475
SWEDAC, 457
TCO, 457
игровой, 508
коррекции ошибок, 600
ленты, 719
модуляции, 599; 600
сжатия данных, 600
Стандартный
асинхронный кэш, 822
режим, 887
Стартовый
бит, 527; 597
сигнал, 527
Статическая оперативная память, 275; 287
Стеклоферритовые (композитные) головки, 655
Стерео и моно, 513
Стоимость
накопителя, 675
печати, 774
расходных материалов печати, 778
Стойка, 641
Стоповый бит, 597
Страница в минуту, 777
Струйная печать, 772
Стыковочная станция, 813
Сублимационные
принтеры, 776
Суб-ноутбук, 790
Суперскалярная
технология, 110
Суперскалярное
выполнение, 55
Считывание данных с компакт-диска
режим 1, 737
режим 2, 738
форма 1, 738
форма 2, 738

Т

Таблица
векторов прерываний, 249
главного раздела, 894
размещения файлов, 893
размещения файлов (FAT), 691; 901
Такт, 42
Тактовая частота, 42
Твердая копия, 757
Теплоотвод, 46; 850
Теплоотводный элемент, 799
активный, 826
пассивный, 826
Терминальный адаптер, 608
Термическая
передача цвета, 775
струйная печать, 772
принтеры с нанесением воска, 776
Тестер
сетевой розетки, 851
модулей памяти, 853
Тестовый диск высокого разрешения HRD, 703
Тест-разъем, 851
Технологии печати, 757
Технология
пониженного питания, 796
улучшения разрешения, 758
Тип бумаги, 777
Тиски, 849
Толщина магнитного
слоя, 699
Том, 647
Тонер, 770
Тонкопленочные головки, 655
Топология кабельных соединений, 623
Точка на дюйм, 758
Треск в колонках, 523
Туннельная подчистка, 683

У

Универсальный кэш, 49
Управление питанием, 54
Управляющие коды, 760
Уровень аппаратных абстракций, 891
Ускоренный графический порт, 247
Установка
дисковода, 702
принтера, 778; 780
Устройства Plug and Play, 752
Утилита, 873

Ф

Фазовая модуляция, 601
Файл
  Autoexec.bat, 752
  Autorun.inf, 755
  Boot.ini, 891
  Command.com, 682; 872; 873
  Config.sys, 752
  Gdi.exe, 844; 887
  Ibmbio.com, 871
  Ibmdos.com, 871
  Io.sys, 682; 871; 872
  Krnl286.exe, 887
  Krnl386.exe, 887
  Msdos.sys, 682; 871; 873
  Pscript.drv, 767
  System.dat, 888
  System.ini, 887
  User.dat, 888
  User.exe, 844; 887
  Win.com, 887
  Win386.exe, 887
Файловая система NTFS, 912
Файл-сервер, 616
  блок питания, 617
  жесткий диск, 616
  память, 616
  процессор, 616
Факсимильные аппараты, 606
Факс-модем, 605
Фатальная ошибка, 836
Ферритовые головки, 654
Ферромагнетик, 631
Фильтр
  барометрический, 666
  воздушный, 666
  рециркуляции, 666
Фильтр-стабилизатор, 397
Фонарик, 849
Формат
  CD-DA, 725; 737
  Enhanced Music CD, 739
  High Sierra, 736
  ISO 9660, 735
Форматирование, 647; 769
  высокого уровня, 649; 682
  низкого уровня, 647
  низкоуровневое, 680
Форматирование дискеты, 690
Форм-фактор, 169
Фотодатчик, 726
Фотодиск, 739
  каталог, 740
  образцовый, 740
  печатный, 740
  профессиональный
    мастер, 740
Фоточувствительный
  элемент, 770
Фотошаблон, 104
Фрагментация, 881
Фрагментированный файл, 910
Фреттинг-коррозия, 310

Х

X2, 607
Характеристики накопителей на жестких
  дисках, 671
Химикаты, 856
Холодная загрузка, 371; 877

Ц

Цветной
  принтер, 773
  струйный принтер, 775
  лазерный принтер, 775
Цветовая
  модель CMYK, 774
  сублимация, 775
Центральный
  процессор (ЦП), 39
Цикл
  загрузки, 777
  ожидания, 42
Циклы включения и выключения, 863
Цилиндр, 641; 691
Цифровое управление, 459
Цифровой
  видеодиск, 743
  звук, 509
  универсальный диск, 743

Ч

Частота
  вертикальной развертки, 450
  вращения двигателя накопителя, 668
  развертки, 457
  регенерации, 450; 457
  строк, 458
Частотная
  модуляция (FM), 601; 635
  характеристика, 508
Чередование секторов (interleave), 673; 737
Четность, 312; 598

Чистка, 854
дисковода, 702
клавиатуры и мыши, 861

Ш

Шаговый двигатель, 659; 685
Шина, 46; 208
EISA, 224
IEEE 1394, 548
ISA, 214
MCA, 218
USB, 545
VESA, 230
адреса, 48
ввода-вывода, 213
данных, 46
локальная, 226
памяти, 211
процессора, 208
расширения, 208
Шинная топология, 623
Шифратор/дешифратор, 551
Шпиндельный двигатель, 668
Шрифт, 764
масштабируемый, 765
растровый, 765
Штрих, 725
Штырьки идентификации напряжения, 152

Э

Экран, 450
Экранированная витая
пара, 620
Экстент, 913
Электромагнетизм, 631
Электромагнитное
излучение, 456
Электронно-стираемая программируемая
постоянная память, 277
Электронный луч, 450
Электросеть, 865
Электростатический заряд, 865
ЭЛТ, 450
Энергонезависимая память, 275
Энергопотребление, 811
Энергопотребление
монитора, 455
Эрстед (Э), 699
ЭСППЗУ, 277
Эстафета, 626

Ю

Юстировка, 703

Я

Ядро
DOS, 871
Язык
ассемблера, 870
машинный, 870
Язык описания страниц
PCL, 760
PostScript, 761
Ячейка
перехода, 632
размещения данных, 691
размещения, 901; 902

Оглавление

Предисловие **13**

Глава 1. Происхождение персональных компьютеров **19**

История развития ПК 19
Персональный компьютер фирмы IBM 21
Современное состояние рынка IBM-совместимых компьютеров 22

Глава 2. Компоненты PC, его возможности и проектирование систем **23**

Что такое PC? 23
Компоненты системы 32

Глава 3. Типы и спецификации микропроцессоров **39**

Параметры процессоров 39
Сопроцессоры 82
Ошибки в процессорах и проверка процессоров 84
Intel-совместимые процессоры 87
Типы процессоров 91
Модернизация процессора 165

Глава 4. Системные платы **169**

Форм-факторы системных плат 169
Компоненты системной платы 180
Назначение и функционирование шин 208
Назначение слотов расширения 212
Разновидности шин ввода-вывода 213
Системные ресурсы 248
Предотвращение конфликтов, возникающих при использовании ресурсов 258
Выбор системной платы 267

Глава 5. Оперативная память **273**

Память: основные понятия 273
Типы запоминающих устройств 275
Быстродействие запоминающих устройств 282
Типы динамической оперативной памяти грядущих поколений 286
Кэш-память — SRAM 287
Физическая память 292
Модернизация ПК путем увеличения объема памяти 316
Логическая организация памяти 323

Глава 6. Блоки питания 355
Назначение и принципы работы блоков питания 355
Выключать или пусть работает? 381
Управление питанием 382
Системы, обладающие сертификатом Energy Star 383
Проблемы, связанные с блоками питания 384
Диагностика неисправностей блоков питания 386
Ремонт блоков питания 392
Замена блоков питания 393
Защитные устройства в сети питания 395
Батареи RTC/NVRAM 400
Глава 7. Устройства ввода 403
Клавиатура 403
Мышь 434
Интерфейс игрового адаптера (джойстика) 446
Глава 8. Устройства отображения информации 449
Мониторы 449
Видеоплаты 460
Неисправности адаптеров и мониторов 495
Глава 9. Аудиоаппаратура 497
Использование звуковых плат 497
Звуковые платы: основные понятия и термины 507
Компоненты аудиосистемы 510
Выбор звуковой платы 515
Установка звуковой платы 517
Диагностика неисправностей звуковых плат 519
Колонки 524
Глава 10. Интерфейсы ввода-вывода 527
Последовательные и параллельные порты 527
Будущее параллельных и последовательных портов 545
Интерфейсы запоминающих устройств 548
Схемы кодирования данных и их недостатки 551
Интерфейс ESDI 553
Интерфейс IDE 554
Стандарт ATA-2 и ATA-3 563
Интерфейс SCSI 569
Сравнение интерфейсов SCSI и IDE 588
Глава 11. Сети и коммуникации 597
Асинхронные модемы 597
Integrated Services Digital Network (ISDN) 607
Высокоскоростные подключения 608
Прямое кабельное соединение 608

Локальные сети 610
Высокоуровневые протоколы 629

Глава 12. Устройства магнитного хранения данных 631

Принципы хранения данных на магнитных носителях 631
Накопители на жестких дисках 640
Установка жесткого диска 677
Накопители на гибких дисках 682
Накопители со сменными носителями 704
Накопители на магнитной ленте 709

Глава 13. Накопители CD-ROM 723

Что такое CD-ROM 723
Типы накопителей CD-ROM 727
Форматы компакт-дисков и накопителей на компакт-дисках 734
Записывающие накопители CD-ROM 741
Накопители DVD 743
Установка накопителя CD-ROM 745
Загрузка программного обеспечения 754
Устранение проблем, связанных с CD-ROM 755

Глава 14. Принтеры 757

Технологии печати 757
Как работают принтеры 767
Цветная печать 773
Выбор типа принтера 776
Установка принтера 778
Профилактическое обслуживание 783
Наиболее общие проблемы принтеров 784

Глава 15. Портативные компьютеры 789

Размеры портативных систем 789
Конструкции портативных систем 790
Модернизация и ремонт портативных компьютеров 791
Оборудование для портативных систем 792
Компьютерная периферия 812

Глава 16. Сборка и модернизация компьютера 815

Компоненты компьютера 815
Сборка и разборка компьютеров 826

Глава 17. Средства диагностики и техническое обслуживание 835

Диагностические программы 835
Самопроверка при включении (POST) 836
Инструменты и приборы 846
Программа профилактических мероприятий 854

Глава 18. Программное обеспечение операционных систем и поиск неисправностей **869**
Дисковая операционная система (DOS) 869
Windows 3.1 886
Windows 9*x* 887
Windows NT 890
Глава 19. Файловые системы и восстановление данных **893**
Структура диска FAT 893
VFAT и длинные имена файлов 904
FAT 32 905
Ошибки файловой системы FAT 908
Восстановление диска и данных 909
NTFS 912
Заключение **915**
Документация 915
Компьютеры 916
Сети 917
Компьютерная периодика 917
И напоследок... 917
Приложение. Полезная информация из Internet **919**
Словарь терминов **921**
Техническая информация **960**
Управляющие коды модемов 960
Справочник по командам DOS 968
Предметный указатель **972**

Учебное пособие

Скотт Мюллер, Крег Зекер

Модернизация и ремонт ПК
10-е юбилейное издание

Издательский дом "Вильямс"
101509, г.Москва, ул.Лесная, д.43, стр.1.
Изд. лиц. ЛР № 090230 от 23.6.99.

Подписано в печать 23.07.99. Формат 70×100/16.
Гарнитура Times. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 79,98. Уч.-изд. л.74,05. Тираж 4000 экз. Заказ № 1193.

Отпечатано с диапозитивов в ГПП «Печатный Двор»
Министерства РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
197110, С.-Петербург, Чкаловский пр., 15.

ЧИП — журнал для тех, кто опережает время

Самое компетентное и современное издание — им уже воспользовалось более чем 1,5 млн счастливых читателей!

"Книга Скотта Мюллера тысячи раз приходила мне на помощь. Ее страницы истрепались из-за бесконечного листания. Я считаю, что *Модернизация и ремонт ПК* является Библией компьютерных аппаратных средств. Это — единственная книга, в которой я постоянно нуждаюсь, и единственное руководство, без которого не могу обойтись."
— RUSSELL CLARK

С момента выхода в свет в 1998 году восьмого издания книги Скотта Мюллера *Модернизация и ремонт ПК*, сразу ставшей бестселлером, было продано более чем 1,5 млн ее экземпляров! Скотт облетел полмира, проводя семинары по ПК. Его лекции посетили более чем 10000 профессионалов и любителей компьютерной техники. Об этой книге и ее авторе пишут многие журналы, включая такие всемирно известные, как *Forbes* и *Investors Business Daily*.

- В десятое юбилейное издание добавлено более 300 страниц, посвященных новым моделям процессоров, системных плат, наборов микросхем системной логики, принтеров, памяти и жестких дисков
- Выберите наиболее подходящий процессор
- Детально изучите гнезда типа Socket 1–8, Slot 1 и 2, процедуру установки напряжения, узнайте все о рассеивании тепла — и ваш новый процессор будет работать с момента его установки
- Самая обстоятельная информация о наборах микросхем системной логики, системных платах и системных шинах поможет вам разобраться в работе шин и модулей SDRAM, рассчитанных на частоту 100 МГц, использовании кодов, корректирующих ошибки, AGP и Ultra-DMA
- Узнайте, какие возможности аппаратуры поддерживаются в Windows® 98 и как лучше всего их использовать
- Научитесь выбирать модули SIMM и DIMM, учитывать ограничения, налагаемые различными наборами микросхем системной логики на объем кэшируемой памяти; узнайте, как это влияет на быстродействие вашего компьютера; повысьте надежность своего ПК, овладев знаниями о кодах, корректирующих ошибки; правильно выберите тип контактов

- Бесценная книга. В этом руководстве представлен весь материал, излагаемый на семинарах, которые проводит Скотт, — посещение его трехдневного семинара обходится в 1300 долларов!
- Устраните возможные причины неполадок в ПК и модернизируйте его компоненты: видео- и аудиосистему, сетевую плату, приводы накопителей, процессор, память и системную плату
- Изучите преимущества (и недостатки!) применяемых в ПК технологий — о них рассказывает независимый эксперт в области ПК
- Воспользуйтесь этим руководством при ремонте и модернизации ПК

Категория: ПК/Аппаратное обеспечение
Уровень: для пользователей средней и высокой квалификации

ISBN 5-8459-0003-4

ВИЛЬЯМС
QUE®

Посетите QUE в Internet по адресу: http://www.quecorp.com
Посетите Издательский дом "Вильямс" в Internet по адресу: http://www.williamspublishing.com